

## Диоды

### Назначение и область применения

Силовые полупроводниковые диоды прямой (Д112-10, Д112-16, Д112-25, Д122-32, Д122-40, Д132-50, Д132-63, Д132-80, Д142-80, Д142-100, и обратной полярности Д112-10Х, Д112-16Х, Д112-25Х, Д122-32Х, Д122-40Х, Д132-50Х, Д132-63Х, Д132-80Х, Д142-80Х, Д142-100Х, а также лавинные диоды типов: ДЛ112-10, ДЛ112-16, ДЛ112-25, ДЛ122-32, ДЛ122-40, ДЛ132-50, ДЛ132-63, ДЛ132-80, ДЛ142-80, ДЛ142-100, предназначены для применения в цепях постоянного и переменного тока частотой до 500 Гц различных электротехнических устройств.

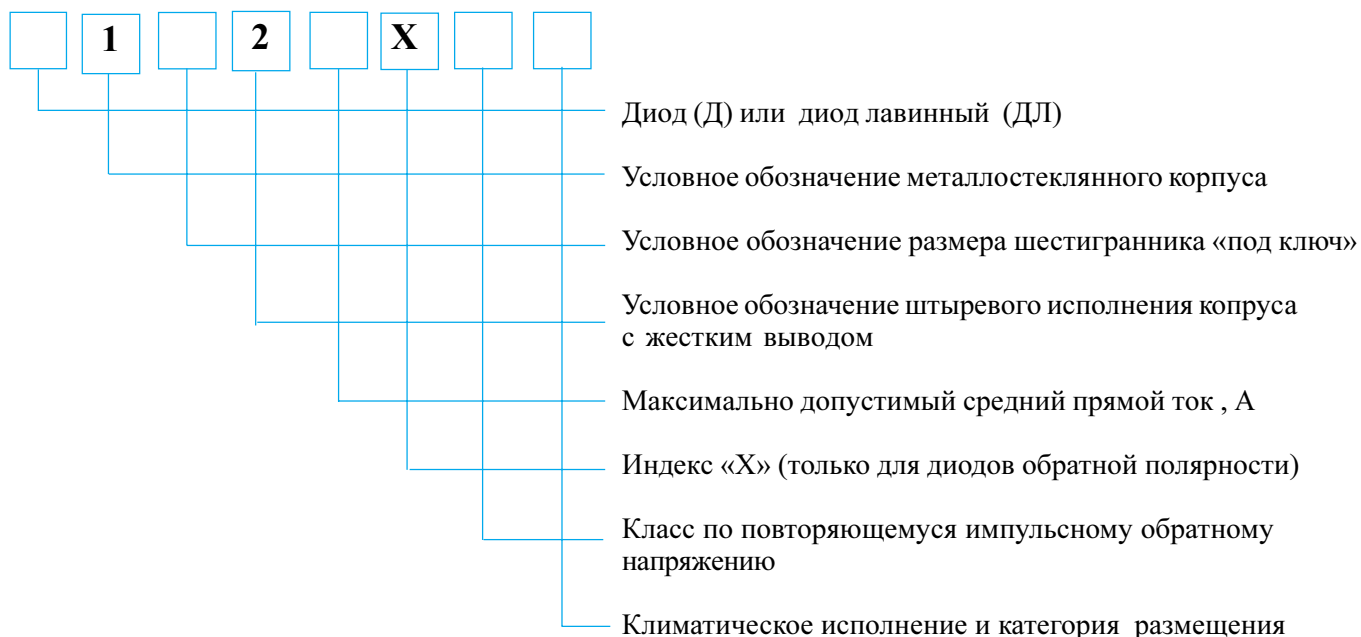
### Условия эксплуатации

Диоды по прочности и устойчивости к воздействию механических нагрузок допускают воздействие синусоидальных вибрационных нагрузок на частоте 50 Гц с ускорением 150 м/с (15g) и одиночных ударов с длительностью импульса 50 мс и ускорением 40 м/с (4g). Диоды допускают эксплуатацию в атмосфере типов I и II по ГОСТ 15150-69 при температуре среды от минус 50 (минус 60 для УХЛ2.1) до максимальной температуры при соответствующем снижении максимально допустимого прямого тока. Климатическое исполнение и категория размещения У2, УХЛ2.1, Т3 по ГОСТ 15150-69. Диоды предназначены для эксплуатации в безопасных и химически неактивных средах, исключающих воздействие различных излучений (нейтронного, электронного, г-излучения и т.д.).

Рекомендуемые охладители типа: О111, О221, О231, О231, О241 в соответствии с ТУ16-729.377-83.

Диоды соответствуют ТУ У3.69-05755571-008-97.

### Условное обозначение диодов



## **Комплектность поставки и формулирование заказа**

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

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

При заказе диодов необходимо указать: наименование, тип, класс, полярность, климатическое исполнение и категорию размещения, количество, комплектность, номер технических условий.

Пример заказа 100 штук диодов на ток 80 А, обратной полярности, повторяющееся импульсное обратное напряжение 700 В ( 7 класса), климатического исполнения и категории размещения У2, II варианта конструкции, без охладителей:

Диод Д142-80Х-7-У2 II вариант, ТУ У 3.69-05755571-008-97, 100 штук без охладителей.

## **Указания по монтажу и эксплуатации**

При эксплуатации диодов 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 токов нагрузки диодов.

## **Допустимые обратные параметры диодов**

Основными параметрами обратной вольтамперной характеристики диодов являются:

- повторяющееся импульсное напряжение  $U_{RRM}$  (напряжение класса), включающее все наибольшие мгновенные значения обратного напряжения, повторяющиеся с рабочей частотой;
- неповторяющееся импульсное напряжение  $U_{RSM}$  - наибольшее допустимое мгновенное значение напряжения, прикладываемого к диоду однократно или с частотой ниже рабочей;

Для надежной работы диодов рекомендуется прикладывать рабочее импульсное напряжение  $U_{RWM}$  не более 80 % от напряжения класса ( $U_{RWM} \leq 0,8 U_{RRM}$ ). Постоянное обратное напряжение  $U_R$  не должно превышать 60 % от напряжения класса ( $U_R \leq 0,6 U_{RRM}$ ).

К выпрямительным диодам прямой и обратной полярности не разрешается прикладывать, даже кратковременно, обратное напряжение больше допустимого неповторяющегося обратного напряжения  $U_{RSM}$ , так как выпрямительные диоды не предназначены для работы в области пробоя электронно-дырочного перехода.

Для лавинных диодов приводится значение обратного напряжения  $U_{BR}$ , определяющее начало лавинного пробоя диода. Лавинные диоды могут рассеивать в течение ограниченного времени ( порядка 100 мкс) импульс допустимой мощности обратных потерь в области лавинного пробоя  $P_{RSM}$ .

Лавинные диоды применяются в выпрямителях, характер нагрузки которых приводит к появлению коротких (единицы микросекунд) выбросов напряжения большой амплитуды. В этом случае применение лавинных диодов позволяет исключить или существенно упростить элементы защиты от перенапряжений в схемах выпрямителей. Лавинные диоды могут использоваться также в качестве защитных элементов, ограничивающих на заданном уровне перенапряжения, возникающие в схемах преобразователей.

## **Допустимые прямые параметры диодов**

Максимально допустимый прямой ток диода определяется при заданной температуре корпуса и является предельным током конструкции диода. Достигается этот ток при определенных условиях охлаждения. Это может быть естественное охлаждение на охладителе, принудительное воздушное охлаждение или охлаждение водой,

маслом и т.п. При этом контролируется температура корпуса диода и температура полупроводниковой структуры. Поддерживается достигнутая разница температур достаточным охлаждением прибора. Если поддерживать указанную температуру нет возможности и температура корпуса устанавливается выше, чем та, при которой установлен максимально допустимый ток прибора, то необходимо снижать ток нагрузки согласно графиков зависимости среднего прямого тока от температуры корпуса, приведенного на рисунке 2 для тока синусоидальной формы, и на рисунке 3 для тока прямоугольной формы.

При эксплуатации диода на типовом охладителе при естественном охлаждении допустимый ток нагрузки будет зависеть от температуры окружающей среды. В этом случае допустимый ток необходимо определять по графикам, приведенным на рисунках 4 и 5.

Превышение допустимого тока диодов при эксплуатации на охладителе возможно только при кратковременных токовых нагрузках с длительной паузой между нагрузками (достаточной для остывания диода до рабочей температуры). Значение амплитуды тока в этом случае определяется по графику зависимости амплитуды тока рабочей перегрузки  $I_{F(OV)}$  от длительности перегрузки  $t$  (рисунок 10).

Мощность, выделяемая на диоде, зависит от тока нагрузки и прямого падения напряжения (рисунки 6 и 7). В случае полусинусоидального прямого тока диода рассеиваемая мощность определяется по формуле:

$$P = U_{TO} I_{F(AV)} + k_{\phi}^2 r_T I_{F(AV)}^2,$$

где  $U_{TO}$  - пороговое напряжение,

$r_T$  - динамическое сопротивление,

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

Прямое падение напряжения на диоде, в свою очередь, тоже зависит от величины протекаемого тока.

$$U_{FM} = U_{TO} + r_T I_m,$$

где  $I_m = 3,14 I_{F(AV)}$ .

При нагрузке диодов токами частотой до 500 Гц мощность обратных потерь мала по сравнению с мощностью прямых потерь и они не учитываются, но при дальнейшем увеличении частоты следования импульсов тока, обратные потери мощности необходимо учитывать. Это приводит к снижению допустимого тока нагрузки с увеличением частоты (рисунок 13).

Основные параметры вольтамперной характеристики, пороговое напряжение  $U_{TO}$  и динамическое сопротивление  $r_T$ , для каждого типа диодов приведены в таблицах.

Пороговое напряжение - это напряжение, начиная с которого увеличение прямого падения напряжения от тока приобретает линейную зависимость, которая определяется значением динамического сопротивления диода.

Динамическое сопротивление определяется котангенсом угла наклона линейной части вольтамперной характеристики диода.

Ударный прямой ток  $I_{FSM}$  - это максимально допустимое мгновенное значение амплитуды одиночного импульса прямого тока полусинусоидальной формы длительностью 10 мс, причем по окончании импульса тока обратное напряжение к диоду не прикладывается.

Ударный прямой ток является аварийным током. Протекание этого тока обычно обусловлено коротким замыканием в цепи нагрузки выпрямителя, и его длительность определяется временем срабатывания устройств защиты преобразователя.

Допустимая амплитуда тока в аварийном режиме определяется по графику зависимости ударного тока  $I_{FSM}$  от длительности импульса  $t_i$ , приведенному на рисунке 8. На рисунке 9 представлена зависимость защитного показателя от длительности импульса необходимая для выбора параметров устройств токовой защиты.

Защитный показатель  $\int I^2 t$  для полусинусоидального импульса тока определяется по формуле:

$$\int_0^{\pi} i \sin^2 \omega t \, dt = \frac{I_m^2 t_i}{2},$$

где  $t_i$  - длительность аварийного тока.

Значение  $I_m$ , допустимое при данной длительности, определяется по графику зависимости ударного тока от длительности импульса (рисунок 8).

## Защита от перенапряжений

При включении диодов возникает обратный ток который нарастает со скоростью  $di/dt$  до определенной величины  $I_R$ . При этом происходит накопление заряда обратного восстановления  $Q_{rr}$ . Значение параметров восстановления приведено в таблицах и на рисунках 14, 15 и 16. Их используют при расчете защитной RC-цепи диода, включаемой параллельно диоду. Емкость конденсатора  $C$  определяется исходя из энергии, накопленной в процессе выключения, и рассчитывается по формуле:

$$C \approx \frac{Q_{rr}}{U_{RRM}},$$

где  $Q_{rr}$  - заряд обратного восстановления,

$U_{RRM}$  - амплитуда перенапряжения возникающего при коммутации, равна напряжению класса.

Сопротивление резистора RC-цепи можно определить 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.

Обычно, емкость конденсатора  $C = 0,1 \div 0,5$  мкФ, сопротивление резистора  $R = 10 \div 51$  Ом.