

Общие сведения

Назначение и область применения

Диоды (Д553, Д653, Д573 и Д673) и диоды лавинные (ДЛ553, ДЛ653, ДЛ573 и ДЛ673) выпускают на токи от 1600 до 5000 А таблеточного исполнения с повышенной термодинамической устойчивостью.

Диоды предназначены для работы в мощных выпрямителях, применяемых в металлургической, химической промышленности и других мощных устройствах в сетях с частотой до 400 Гц, предъявляющих повышенные требования к термодинамической устойчивости корпуса диодов.

Диоды отличаются повышенной стабильностью импульсного прямого напряжения, обеспечиваемой применением родиевого покрытия на прижимных контактах.

Условия эксплуатации

Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69 следующие:

УХЛ2 - для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий, конструкция которых исключает возможность конденсации влаги на встроенных элементах.

ТЗ - для эксплуатации в макроклиматических районах с сухим и влажным тропическим климатом в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе.

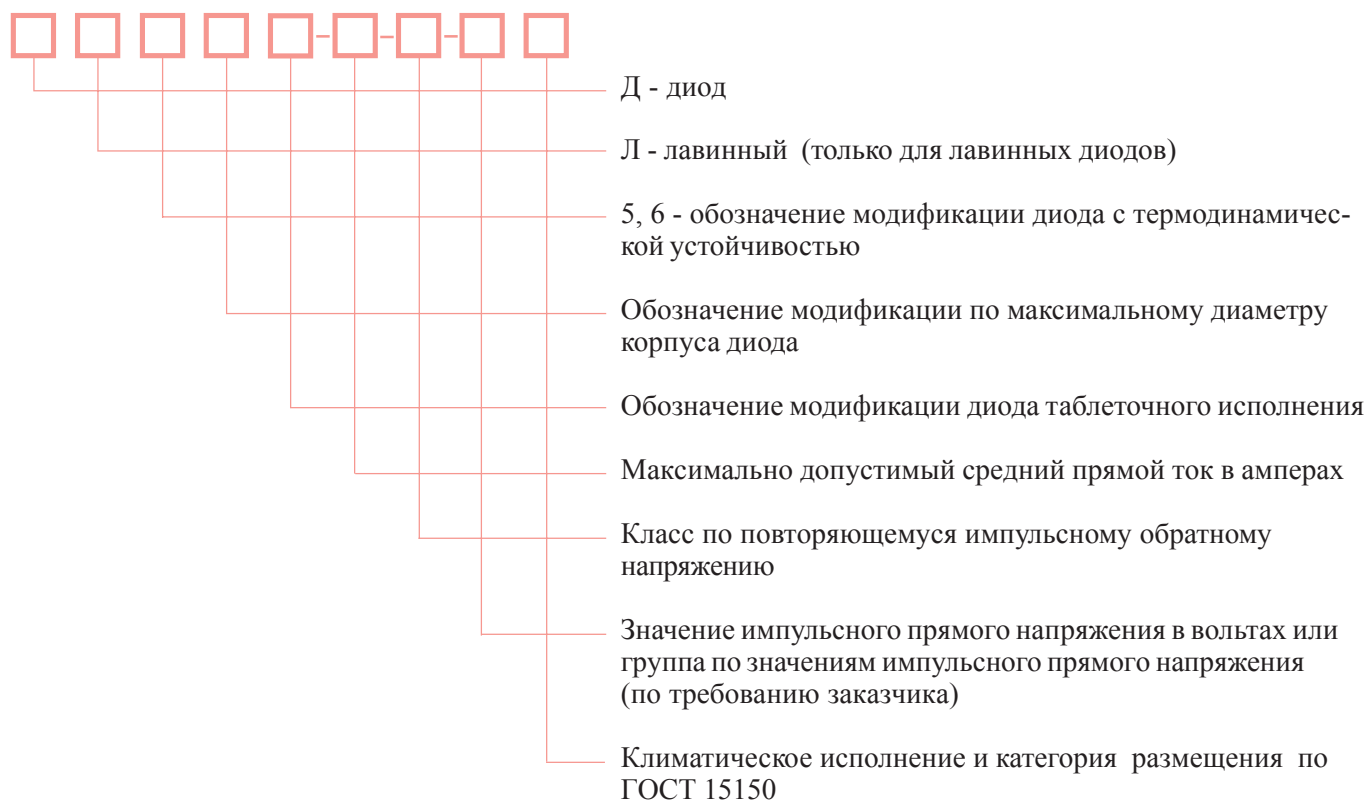
Диоды предназначены для эксплуатации во взрывобезопасных и химически неактивных средах, в условиях исключающих воздействие различных излучений (нейтронного, электронного, гамма-излучения) в атмосфере условно чистой (тип I) или промышленной (тип II), где содержание коррозионно активных агентов не должно превышать: сернистого газа - 0,31 мг/м³, хлоридов - 0,3 мг/м³ в сутки.

По прочности и устойчивости к воздействию механических нагрузок диоды соответствуют группе М27 условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1-90.

Диоды допускают воздействие вибрационных нагрузок в диапазоне частот от 0,5 до 50 Гц и одиночных ударов длительностью импульса 50 мс и ускорением 40 м/с².

Диоды по своим параметрам и характеристикам соответствуют ТУ У 32.1-05755571-002-2001.

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 каждому диоду прилагается этикетка.

При заказе диодов необходимо указать: тип, класс, значение импульсного прямого напряжения в вольтах или группу (для параллельного включения диодов), климатическое исполнение и категорию размещения, количество, комплектность поставки, номер технических условий.

В случае заказа диодов для параллельной работы необходимо указывать количество диодов в одном плече выпрямителя.

Пример заказа 10 штук диодов ДЛ553-2000, шестнадцатого класса, с указанием значения импульсного прямого напряжения (например 1,8) при максимально допустимой амплитуде прямого тока и значения импульсного прямого напряжения (например 1,22) при амплитуде прямого тока 2500 А (если заказчик требует указать в маркировке диода два значения импульсного прямого напряжения), климатического исполнения УХЛ, категории размещения 2:

ДЛ553-2000-16-1,8 УХЛ2 1,22 (2500) ТУ У 32.1-05755571-002-2001 10 шт, без охладителей, (по 5 штук в каждом плече).

Указания по монтажу и эксплуатации

НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ОДНОВРЕМЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДИОДОВ ПРИ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ПЕРЕХОДА И РАБОЧЕМ ИМПУЛЬСНОМ ОБРАТНОМ НАПРЯЖЕНИИ С АМПЛИТУДОЙ БОЛЕЕ 0,8 ЗНАЧЕНИЯ ПОВТОРЯЮЩЕГОСЯ ИМПУЛЬСНОГО ОБРАТНОГО НАПРЯЖЕНИЯ, ИЛИ ПОСТОЯННОМ НАПРЯЖЕНИИ ВЕЛИЧИНОЙ БОЛЕЕ 0,6 ЗНАЧЕНИЯ ПОВТОРЯЮЩЕГОСЯ ИМПУЛЬСНОГО НАПРЯЖЕНИЯ.

НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ПРИ ЛЮБЫХ РЕЖИМАХ И УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫХОДИТЬ ЗА ГРАНИЦЫ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ.

При выборе диода или при оценке допустимости режима эксплуатации диода необходимо руководствоваться:

- нормами на предельно допустимые значения параметров и характеристиками, которые обеспечиваются условиями, установленными в технических условиях и информационных материалах;
- зависимостями указанных норм от конкретных режимов и условий эксплуатации диодов;
- предельными условиями эксплуатации.

Для работы диода устанавливают на охладители или другие поверхности устройств, способных отводить тепло и обеспечивать их надежную эксплуатацию. Не допускается применять охладители с контактной поверхностью, меньшей контактной поверхности диода. При этом необходимо обеспечить плотный надежный контакт между контактными поверхностями основания диода и охлаждающей поверхностью. Шероховатость контактной поверхности охладителя должна быть не более 1,6 мкм, отклонение от плоскостности - не более 0,03 мм.

Для исключения коррозии контактных поверхностей охладителя и диода, улучшения теплового контакта при монтаже их рекомендуется покрывать тонким слоем теплопроводящей смазки, например, ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433-80.

Для исключения эрозии контактирующих поверхностей рекомендуется наносить защитное никелевое покрытие на контактную поверхность алюминиевых охладителей.

При монтаже диода в преобразовательное устройство конструкция прижимного устройства должна обеспечивать равномерное сжатие диода по всей контактной площади и исключать приложение к контактным поверхностям сил, непараллельных оси корпуса диода. Прижимное устройство должно работать в условиях упругих деформаций во всем диапазоне рабочих температур.

Допускается проводить проверку силовой цепи диода в обратном направлении с помощью мегаомметров только электронного типа (например, Ф4101, Ф4102/1 или аналогичными) напряжением не более 1000 В.

Изготовитель не несет ответственность за оценку результатов такой проверки и рекламаций по ней не принимает.

По требованию заказчика диоды, предназначенные для параллельной работы, могут подбираться в группы по значениям импульсного прямого напряжения. Например, для 23 и 24 класса диодов ДЛ553-2000 может быть осуществлен подбор в соответствии с таблицей, приведенной ниже. По согласованию с заказчиком, значения U_{FM} , их разброс, температура структуры, амплитуда прямого тока, приведенные в таблице, могут быть изменены.

Диоды типов Д653 и Д673 имеют более высокий корпус и рекомендуются к применению в высоковольтных выпрямителях или при работе в условиях повышенной запыленности.

У диодов (с одинаковым значением I_{FAVM}) Д553 и Д253, а также у ДЛ553 и ДЛ253 значения всех* параметров соответственно равны. Отличие Д553, ДЛ553 от Д253, ДЛ253 только в том, что Д553 и ДЛ553 обладают повышенной термодинамической устойчивостью.

* кроме параметров термодинамической устойчивости

Диоды таблеточной конструкции

Группы по значениям импульсного прямого напряжения для 23 и 24 классов диодов ДЛ553-2000

Группа	Импульсное прямое напряжение, В, при температуре структуры						Пределы значений
	105 °С			160 °С			
	Амплитуда прямого тока, А			Амплитуда прямого тока, А			
	1250	2000	6280	1250	2000	6280	
А1	0,85	0,94	1,21	0,81	0,90	1,24	мин
	0,87	0,96	1,25	0,83	0,92	1,30	макс
А	0,87	0,95	1,25	0,83	0,92	1,29	мин
	0,89	0,97	1,30	0,85	0,94	1,35	макс
В	0,88	0,97	1,30	0,84	0,94	1,34	мин
	0,91	0,99	1,34	0,86	0,96	1,40	макс
С	0,90	0,98	1,34	0,86	0,95	1,39	мин
	0,92	1,00	1,38	0,88	0,98	1,46	макс
Е	0,92	1,00	1,38	0,87	0,97	1,45	мин
	0,94	1,03	1,43	0,89	0,99	1,52	макс
Н	0,94	1,03	1,43	0,89	0,99	1,51	мин
	0,96	1,06	1,47	0,92	1,03	1,58	макс
К	0,96	1,04	1,47	0,90	1,01	1,57	мин
	0,98	1,08	1,52	0,93	1,04	1,63	макс

Пример заказа 10 штук диодов ДЛ553-2000, двадцать четвертого класса, группы А по значению импульсного прямого напряжения, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 2:

ДЛ553-2000-24-А УХЛ2 ТУ У 32.1-05755571-002-2001 10 шт, без охладителей, (по 5 штук в каждом плече).

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 не разрешается прикладывать, даже кратковременно, обратное напряжение больше указанного значения неповторяющегося обратного напряжения U_{RSM} , так как выпрямительные диоды не предназначены для работы в области пробоя электронно-дырочного перехода. Превышение значения U_{RSM} для данного класса диода приводит к невозможности восстановления электронно-дырочного перехода.

Для лавинных диодов приводится значение обратного напряжения U_{BR} , определяющее начало лавинного пробоя диода. Лавинные диоды могут рассеивать в течение ограниченного промежутка времени (несколько микросекунд) импульс допустимой мощности обратных потерь в области лавинного пробоя P_{RSM} без разрушения электронно-дырочного перехода.

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 графикам зависимости среднего прямого тока от температуры корпуса, приведенным на рисунке 2* для тока синусоидальной формы, и на рисунке 3 для тока прямоугольной формы.

При эксплуатации диода на охладителе при естественном охлаждении допустимый ток нагрузки будет зависеть от теплового сопротивления охладителя и температуры атмосферного воздуха в установившемся режиме работы. При этом необходимо учитывать подогрев воздуха со стороны соседней аппаратуры. В этом случае допустимый ток необходимо определять по графикам, приведенным на рисунках 8 и 9.

* Перечисленные в этой статье рисунки приведены на сайте в информационных каталогах на диоды.

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:

$$P = U_{\text{то}} I_{\text{FAV}} + k_{\phi}^2 r_T I_{\text{FAV}}^2,$$

где $U_{\text{то}}$ - пороговое напряжение,

r_T - динамическое сопротивление,

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

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

$$U_{\text{FM}} = U_{\text{то}} + r_T I_m,$$

где $I_m = 3,14 I_{\text{FAV}}$.

Основные параметры вольтамперной характеристики, пороговое напряжение $U_{\text{то}}$ и динамическое сопротивление r_T , для каждого типа диодов приведены в таблицах информационных каталогов.

Пороговое напряжение - это напряжение, начиная с которого зависимость прямого падения напряжения от тока приобретает вид линейной функции, которая пропорциональна значению 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_1 , приведенному на рисунке 4. На рисунке 5 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:

$$\int_0^{\pi} (i \sin \omega t)^2 dt = \frac{I_m^2 t_1}{2},$$

где t_1 - длительность аварийного тока.

Значение I_m , допустимое при данной длительности, определяется по графику зависимости ударного тока от длительности импульса (рисунок 4).

Термодинамическая стойкость корпуса - это способность корпуса диода выдерживать без прожогов и разрушений горение электрической дуги, которая возникает внутри его при пробое полупроводникового прибора. Приведенные в информационном каталоге значения амплитуды и длительности тока термодинамической стойкости корпуса $I_{\text{с(crit)}}$ и защитного показателя термодинамической стойкости корпуса $I_{\text{с(crit)}}^2 \cdot t$ дают возможность правильно выбрать тип предохранителя при проектировании выпрямителя.