



СИЛОВЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ

**ДИОДЫ
ТАБЛЕТОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ**



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 встроженных элементов внутри комплектных изделий, конструкция которых исключает возможность конденсации влаги на встроженных элементах.

Т3 - 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.

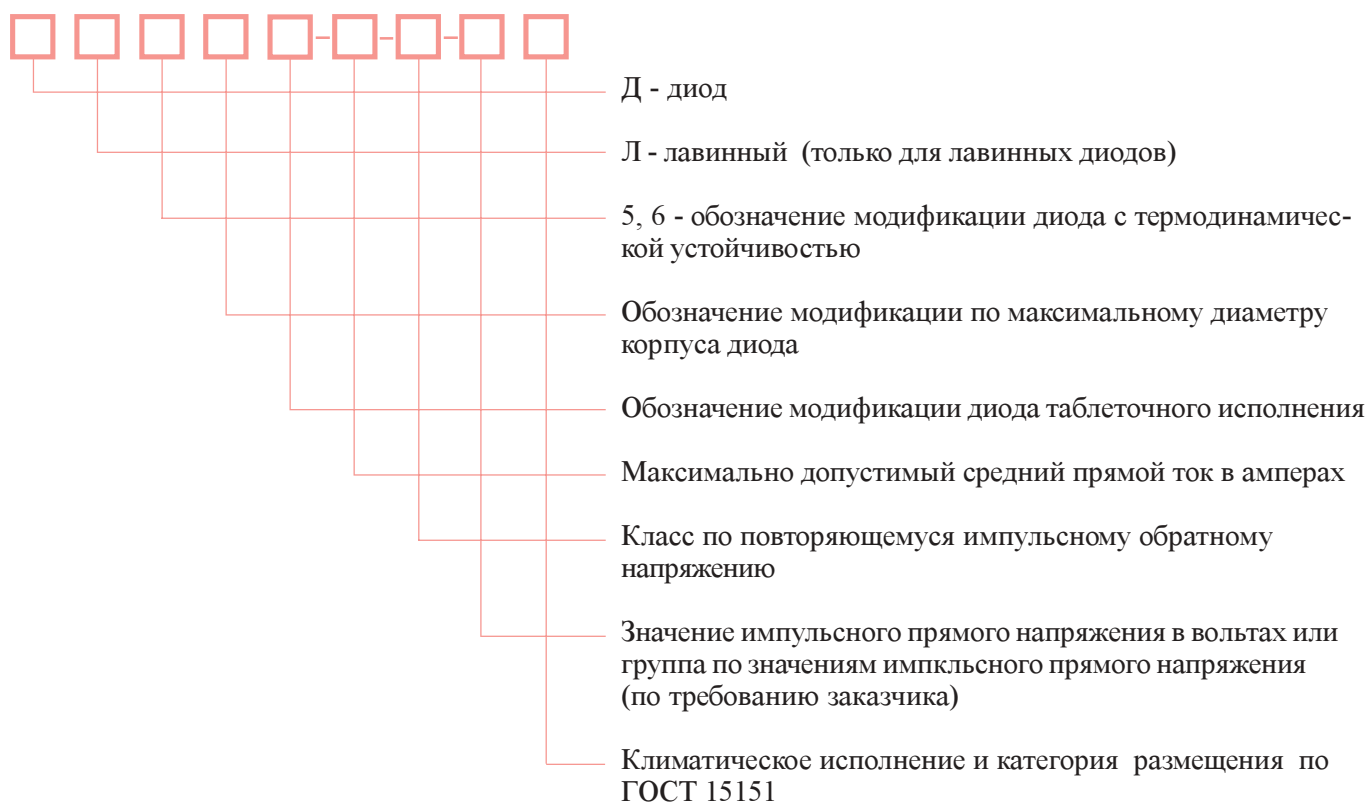
Диоды предназначены для эксплуатации во взрывобезопасных и химически неактивных средах, в условиях исключающих воздействие различных излучений (нейтронного, электронного, гамма-излучения) в атмосфере условно чистой (тип I) или промышленной (тип II), где содержание коррозионно активных агентов не должно 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 каждой партии диодов, транспортируемых в один адрес, 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, группа А по значению импульсного прямого напряжения, климатического исполнения и категории размещения УХЛ, категории размещения 2:

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

Указания по монтажу и эксплуатации

Для работы диоды устанавливаются на охладители или другие поверхности устройств, способных отводить тепло и обеспечивать их надежную эксплуатацию. При этом необходимо обеспечить плотный надежный контакт между контактными поверхностями основания диода и охлаждающей поверхности. Шероховатость контактной поверхности охладителя должна быть не более 1,6 мкм, отклонение от плоскостности - не более 0,003 мм. Между контактными поверхностями диода и охладителя щуп 0,02 мм не должен проходить.

Для улучшения теплового контакта, при монтаже, контактные поверхности рекомендуется покрывать тонким слоем кремнийорганической невысыхающей теплопроводной пасты КПП-8 ГОСТ 19783. При этом

нужно диод притереть к контактной поверхности, чтобы убрать излишки пасты. Слой пасты не должен влиять на токораспределение при параллельном включении диодов.

При монтаже диодов в преобразовательное устройство необходимо помнить, что прижимное устройство должно работать в условиях упругих деформаций во всем диапазоне рабочих температур. Конструкция должна обеспечить равномерное сжатие диода по всей площади контактной поверхности и исключить приложение к контактным поверхностям сил не параллельных оси корпуса диода.

При использовании различных устройств и способов охлаждения контактная поверхность охлаждающей поверхности должна быть не меньше контактной поверхности диода.

После окончания монтажа, крепежные детали должны быть дополнительно защищены от коррозии смазками ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433 или ВНИИ НП-207 ГОСТ19774.

В процессе эксплуатации диодов рекомендуется не реже одного раза в год проводить контроль и, при необходимости, корректировку усилия сжатия.

В случае использования диодов Д553, ДЛ553, Д653, ДЛ653 для параллельной работы в одном плече выпрямителя рекомендуется подбирать их по импульсному прямому падению напряжения (U_{FM}) с одинаковой группой в маркировке для одного плеча. При этом, в разные плечи могут подбираться диоды с другой группой по U_{FM} в маркировке. Буквенные обозначения групп в зависимости от значений U_{FM} приведены в следующей таблице.

Группы по значениям импульсного прямого напряжения

Наименование, обозначение параметра, единица измерения	Пределы значений	Значение параметра					
		при $T_j = 105\text{ }^\circ\text{C}$			при $T_j = 160\text{ }^\circ\text{C}$		
		Амплитуда тока I_{FM} , А			Амплитуда тока I_{FM} , А		
		1250	2000	6280	1250	2000	6280
Импульсное прямое напряжение, U_{FM} , В, по группам: А1	min	0,85	0,94	1,21	0,81	0,90	1,24
	max	0,87	0,96	1,25	0,83	0,92	1,30
А	min	0,87	0,95	1,25	0,83	0,92	1,29
	max	0,89	0,97	1,30	0,85	0,94	1,35
В	min	0,88	0,97	1,30	0,84	0,94	1,34
	max	0,91	0,99	1,34	0,86	0,96	1,40
С	min	0,90	0,98	1,34	0,86	0,95	1,39
	max	0,92	1,00	1,38	0,88	0,98	1,46
Е	min	0,92	1,00	1,38	0,87	0,97	1,45
	max	0,94	1,03	1,43	0,89	0,99	1,52
Н	min	0,94	1,03	1,43	0,89	0,99	1,51
	max	0,96	1,06	1,47	0,92	1,03	1,58
К	min	0,96	1,04	1,47	0,90	1,01	1,57
	max	0,98	1,08	1,52	0,93	1,04	1,63

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

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 невосстанавливаемому пробую 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 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 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.

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:

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

где U_{TO} - 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.

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

где $I_m = 3,14 I_{FAV}$.

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 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:

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

где t_i - длительность аварийного тока.

Значение I_m , допустимое при данной длительности, определяется по графику зависимости ударного тока от длительности импульса (рисунок 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 каталоге значения амплитуды и длительности тока термодинамической стойкости корпуса $I_{c(crit)}^2 \cdot t$ и защитного показателя термодинамической стойкости корпуса $I_{c(crit)}^2 \cdot t$ дают возможность правильно выбрать тип предохранителя при проектировании выпрямителя.