



ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ОГРАНИЧИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Компанией ООО «ПСиЭл» разработаны и произведены полупроводниковые ограничители напряжения нового поколения. Их основной особенностью является наличие на вольт-амперной характеристике участка с отрицательным сопротивлением, что при тех же размерах активных элементов, что и у зарубежных аналогов, позволяет получать максимальную импульсную мощность примерно в 5 раз больше. При параллельном включении активных элементов разброс импульсных токов по каждому элементу не превышает 5%. Это позволяет существенно повысить эффективность защиты дорогостоящего электрооборудования.

Надежность и работоспособность электрооборудования в значительной степени определяется ее чувствительностью к кратковременным электрическим перегрузкам. Наиболее опасными являются перегрузки по напряжению (перенапряжения), создаваемые электромагнитными импульсами естественного происхождения (за счет мощных грозовых разрядов), электромагнитными импульсами искусственного происхождения (за счет излучений радиопередающих устройств, высоковольтных линий передач, сетей электрифицированных железных дорог и т.п.), а также за счет внутренних переходных процессов в оборудовании при его функционировании (например при переключениях индуктивных нагрузок) и электростатических разрядов (ЭСР).

Различают грозовые, коммутационные и высокочастотные перенапряжения, а также перенапряжения электростатического разряда. Наиболее опасные из них - грозовые и коммутационные.

Грозовые перенапряжения генерируются при прямом ударе молнии в наружные части электроустановок, а также наводятся электромагнитными полями при близких молниевых разрядах.

Коммутационные импульсы имеют место в сетях электроснабжения при коммутационных процессах, в случаях аварийных ситуаций и при отказе оборудования по тем или иным причинам. Различают также периодические импульсы перенапряжения, присущие колебательным процессам в резонансных контурах коммутируемой цепи.

Высокочастотные перенапряжения образуются в условиях производства вследствие дугообразования или искрения контактов при коммутации электросети механическими выключателями.

Импульсы электростатического разряда (ЭСР) возникают при соприкосновении и последующем разделении разнородных материалов в условиях относительно низкой влажности. В частности, ЭСР человеческого тела может превышать 15 кВ при сухом или морозном воздухе.

Наиболее эффективным средством защиты оборудования от воздействия ЭМИ является активная защита. Основным элементом схем активной защиты являются разрядники, металл-оксидные варисторы (МОВ), и TVS-диоды, называемые в отечественной литературе



полупроводниковыми ограничителями напряжения «ПОН». В табл. 1 приведено сравнение различных элементов активной защиты от перенапряжений.

Таблица 1. Сравнение элементов защиты от перенапряжений

Элемент защиты	Преимущество	Недостатки	Примеры использования
Разрядник	Высокое значение допустимого тока. Низкая емкость. Высокое сопротивление изоляции	Высокое напряжение возникновения разряда. Низкая долговечность и надежность. Значительное время срабатывания. Защищаемая цепь шунтируется, после прохождения импульса	Первичная защита телекоммуникационных и силовых цепей. Первая ступень комбинированной защиты
Варистор	Высокое значение допустимого тока. Низкая цена. Широкий диапазон рабочих токов и напряжений	Ограниченный срок службы. Высокое напряжение ограничения. Высокая собственная емкость. Затруднительность поверхностного крепления	Вторичная защита. Защита силовых цепей и автомобильной электроники. Защита электронных компонентов непосредственно на печатной плате. Первая и вторая ступень комбинированной защиты
TVS-диод	Низкие уровни напряжения ограничения. Высокая долговечность и надежность. Широкий диапазон рабочих напряжений. Высокое быстродействие. Низкая собственная емкость. Идеально подходит для поверхностного монтажа	Низкое значение номинального импульсного тока. Относительно высокая стоимость	Идеален для защиты полупроводниковых компонентов на печатной плате. Вторичная защита. Защита от ЭСР, БИН и электрических переходных процессов. Оконечная ступень в комбинированных защитных устройствах

Как видно из таблицы каждый из рассматриваемых элементов имеет свои достоинства и недостатки. Разрядники способны шунтировать импульсы огромной энергии, но требуют значительного времени включения, т.е. не могут защитить от импульсов короткой длительности. МОВ способны рассеять значительную энергию, однако характеризуются чрезмерной величиной коэффициента перекрытия: отношения импульсного напряжения ограничения к статическому напряжению рабочего состояния схемы. К тому же варисторы подвержены деградации электрических параметров со временем, а в отдельных случаях способны даже взрываться.

В настоящее время рядом производителей, и в их числе ООО «ПСиЭл» разработаны полупроводниковые ограничители напряжения, с помощью которых защита РЭА решена полностью. Более того, с января 1996 г. Европейским комитетом по стандартизации (CENELEC) введены стандарты, запрещающие продажу на рынках ЕС аппаратуры без защиты, в состав которой не входят полупроводниковые ограничители (TVS-диоды).

Полупроводниковые ограничители напряжения – полупроводниковые приборы с резко выраженной нелинейной вольт-амперной характеристикой, подавляющие импульсные



электрические перенапряжения, амплитуда которых превышает напряжение лавинного пробоя диода.

В нормальном рабочем режиме ПОН не должны оказывать влияния на работу защищаемой цепи до момента возникновения импульса перенапряжения. Электрические характеристики диода не должны оказывать никакого влияния на нормальное функционирование цепи. Во время действия импульса перенапряжения ПОН ограничивает выброс напряжения до безопасного, в то время как опасный ток протекает через диод на землю, минуя защищаемую цепь. Принцип работы ПОН (TVS) показан на рис.1

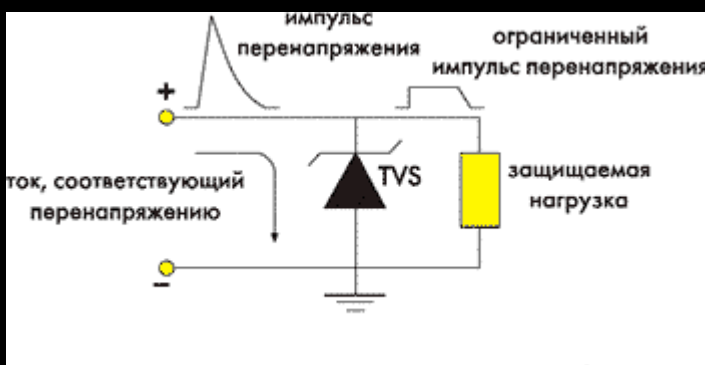


Рис.1 Принцип работы TVS-диода (ПОН).

Полупроводниковые ограничители напряжения ООО «ПСиЭл» обладают очень высоким быстродействием. Так у симметричных диодов время срабатывания составляет менее 5×10^{-9} с. Это позволяет использовать их для защиты различных радиочастотных цепей, в состав которых входят чувствительные к переходным процессам полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы.

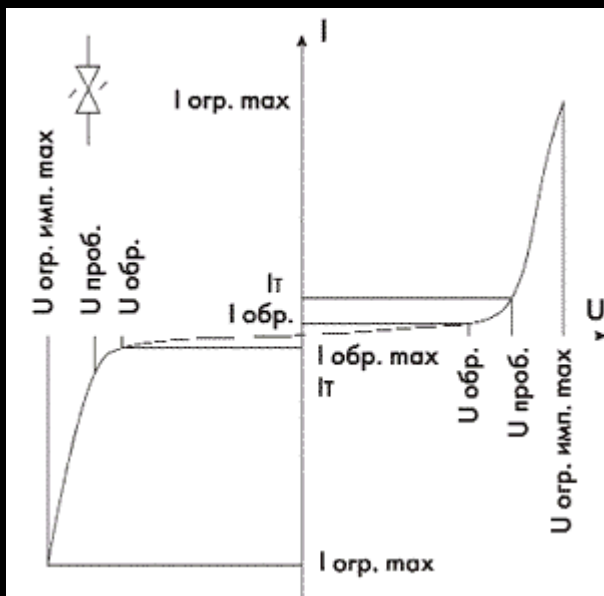


Рис. 2 ВАХ симметричного ПОНа. Основные электрические параметры:

$U_{\text{проб. при } I_T} (V_{BR})$, В — значение напряжения пробоя при заданном тестовом токе пробоя I_T ;

$I_{\text{обр.}} (I_R)$, мка — значение постоянного обратного тока, протекающего через прибор в обратном направлении при напряжении, равном $V_{\text{обр.}}$;

$V_{\text{обр.}} (VWM)$, В — постоянное обратное напряжение (в соответствии с этим параметром выбирается тип ограничителя);

$V_{\text{огр. имп. max.}} (V_C)$, В — максимальное импульсное напряжение ограничения при максимальном импульсном токе при заданных длительности, скважности, форме импульса и температуре окружающей среды;



$P_{\text{имп. макс.}}(P_{\text{ppm}})$, Вт - максимально допустимая импульсная мощность, рассеиваемая прибором, при заданных форме, скважности, длительности импульса и температуре окружающей среды.

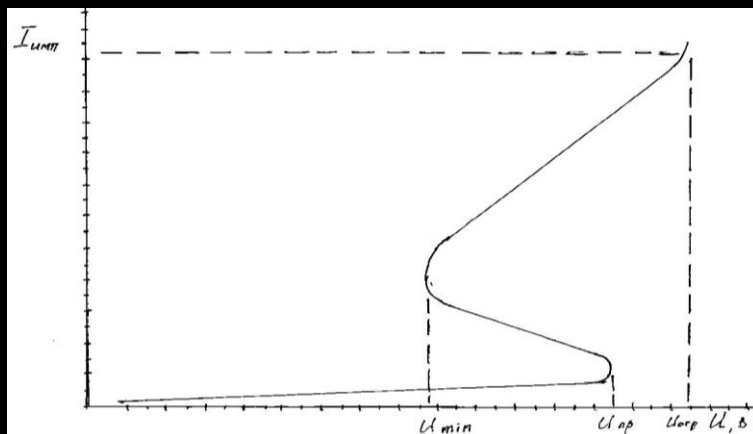
Тип ПОНа для конкретного применения выбирается, исходя из рассчитанного значения $P_{\text{имп. макс}}$ с учетом длительности импульса и его формы. При этом $U_{\text{проб.}}$ Должно быть равно напряжению, действующему в сети или превышать его с учетом максимального допуска.

Если мощность одного ПОНа не удовлетворяет заданным требованиям, их соединяют последовательно. При двух последовательно соединенных диодах мощность удваивается и т. д. Допускается последовательное соединение любого числа ПОНов. При этом разброс по $V_{\text{проб.}}$ каждого прибора не должен превышать 5 %, что гарантирует равную нагрузку на последовательно соединенных приборах. Если невозможно достичь нужной мощности при последовательном соединении, допускается параллельное соединение. Допускается также смешанное соединение ПОН.

Уникальными особенностями ограничителей ООО «ПСиЭл», в отличие от лучших зарубежных аналогов, являются :

-Наличие на вольт-амперной характеристике участка с отрицательным сопротивлением, что при тех же размерах активных элементов, что и у зарубежных аналогов получать максимальную импульсную мощность примерно в 5 раз больше. На рис. 5 приведена ВАХ разработанных ООО «ПСиЭл» ограничителей.

Рис 5. ВАХ полупроводникового ограничителя напряжения с участком



отрицательного сопротивления.

- При параллельном включении 5 активных элементов разброс импульсных токов по каждому элементу не превышает 5%. Эти исследования были проведены в НИИВК им. М.А. Карцева на КР 400/100

- Возможность параллельного включения без подбора по параметрам позволяет получать ограничители с максимальным импульсным током от 5 А до 10 кА



Технология, разработанная ООО «ПСиЭл» позволяет получать различные соотношения $U_{пр}$, U_{min} и $U_{огр}$.

В рамках этой технологии возможно получать ограничители с U_{min} от 12 до 800 В, $U_{пр}$ 20-1000 В, $U_{огр}$ 25- 1200 В.

Все вышеперечисленные преимущества позволяют использовать разработанные ООО «ПСиЭл» ограничители в качестве активных нелинейных элементов предохранителей от импульсных перенапряжений в распределительных электрических сетях зданий, сооружений, жилых помещений. Главное преимущество этих ограничителей в том, что при выходе из строя активных элементов (при превышении максимально допустимого импульсного тока) конструкция обеспечивает срабатывание автоматического выключателя (в отличие от варисторных ограничителей, которые при выходе из строя оставляют потребительскую сеть без защиты, что может приводить к выходу из строя дорогостоящего бытового электрооборудования). При прохождении импульсного тока при котором $U_{огр}$ превышает 600 В разработанные ограничители закорачивают контакты автоматического выключателя (автомат срабатывает). При этом напряжение потребительской сети не превышает 600 В, на которое рассчитаны все бытовые приборы, работающие в сетях однофазного переменного тока 220 В.

Продукция ООО «ПСиЭл» сертифицирована и соответствует государственным стандартам. (Согласно ГОСТ Р 51992- 2002 кратковременное (1-3 сек) превышение напряжения может составлять 1,47 $U_{ном}$. Предохранители с использованием разработанных ограничителей позволяют безболезненно выдерживать такое превышение напряжения, поскольку $U_{пр}=600$ В.)

ООО «ПСиЭл» производит полупроводниковые ограничители напряжения на основе Патента РФ. Все права защищены.

Для получения дополнительной информации о продукции ООО «ПСиЭл» и преимуществах ее использования в промышленности и на предприятиях топливно-энергетического комплекса обращайтесь к администратору стенда.

ООО «ПСиЭл» - Партнерство. Совершенство. Лидерство.