

- наличие функции независимой диагностики шины;
- функция встроенной молниезащиты.

На сегодняшний день полевая шина больше не устанавливается в качестве чисто искробезопасной шины, но имеет основную линию с защитой вида Ex e, который в Зоне 1 ответвляется на искробезопасные ветки через полевые барьеры. В оборудовании для полевых шин применяются различные технологии взрывозащиты: от искробезопасности до защиты вида Ex e и взрывозащищенных оболочек. Такая концепция позволяет не только увеличить расстояние от PCSU до полевого устройства до 1900 м, но и значительно сэкономить на кабеле (на один сегмент подключаются до 16 устройств) и шкафах в комнате управления

(в них размещаются только источники питания — 1 модуль на сегмент, ширина модуля — 20 мм). Оборудование для полевых шин от Pepperl+Fuchs также позволяет интегрировать в цифровую шину передачи данных нецифровые устройства: дискретные и температурные сигналы.

Список литературы

1. Позднеев Б. М. Обеспечение качества и безопасности информационно-коммуникационных технологий//Вестник МГТУ СТАНКИН. 2008. № 1. С. 68–74.
2. Жданкин В. К. Барьеры искрозащиты с гальваническим разделением — надежные компоненты обеспечения искробезопасности каналов связи во взрывоопасных зонах//Современные технологии автоматизации. 2013. № 2.

Батин Дмитрий Борисович — инженер отдела продаж «Автоматизация процессов» ООО «Пепперл и Фукс». Контактный телефон (495) 995-88-42. E-mail: dbatin@ru.pepperl-fuchs.com <http://www.pepperl-fuchs.ru>, www.pepperl-fuchs.com

БАРЬЕРЫ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ КОРУНД-М7ХХ НА TVS- диодах

С.Ю. Иванов, И.В. Моисеев (ООО «Стэнли»)

Представлены характеристики барьеров искробезопасности серии КОРУНД, выпускаемых ООО «Стэнли». Показано, что применение TVS-диодов в барьерах искробезопасности может повысить эксплуатационные параметры последних.

Ключевые слова: барьеры искробезопасности, TVS-диоды, проходное сопротивление, датчики.

ООО «Стэнли» занимается выпуском барьеров искробезопасности с 1995 г. За это время было выпущено большое число барьеров серии КОРУНД-М различных модификаций с целью максимально удовлетворить требованиям взрывобезопасной передачи измерительных сигналов для различных объектов повышенной взрывоопасности.

Совершенствование барьеров искробезопасности шло как по линии миниатюризации приборов, так и по линии повышения эксплуатационных характеристик, в том числе повышения надежности и снижения вносимых барьером погрешностей. Одним из основных параметров, характеризующим метрологические характеристики барьеров, является проходное сопротивление [1]. Снижение проходного сопротивления расширяет области применения барьеров, позволяет использовать датчики различных физических параметров с более высокой нижней границей напряжения питания, а также увеличить значение сопротивления нагрузки.

В свое время использование отечественных мощных резисторов P1-2P (и их зарубежных аналогов), а также мощных стабилитронов 1N5359, 1N5349 позволило снизить проходное сопротивление 24-вольтовых барьеров уровня искробезопасности ib до величины 284 Ом.

В настоящее время резервы снижения проходного сопротивления барьеров на вышеупомянутых

стабилитронах полностью исчерпаны в силу ограниченного величиной 170...180 мА максимального тока стабилитронов с учетом необходимого коэффициента запаса. Применение более мощных стабилитронов (например NTE5198) ведет к увеличению габаритов барьера и повышению его стоимости.

Выходом из создавшейся ситуации является использование в барьерах искробезопасности появившихся относительно недавно элементов защиты от перенапряжения (transient voltage suppressor) или TVS-диодов. Эти приборы отличаются большой импульсной мощностью рассеивания и соответственно большим максимальным импульсным током при минимальных габаритах.

TVS-диоды — это полупроводниковые приборы с резко выраженной нелинейной вольт-амперной характеристикой, подавляющие импульсные электрические перенапряжения, амплитуда которых превышает напряжение лавинного пробоя диода [2].

В допробойной области ток утечки TVS-диодов, как и у стабилитронов, не превышает единиц микроампер.

В отличие от стабилитронов TVS-диоды разработаны и предназначены для защиты от мощных импульсов перенапряжения, в то время как кремниевые стабилитроны предназначены для регулирования напряжения и по причине низкого быстродействия не рассчитаны на работу при значительных импульсных нагрузках.

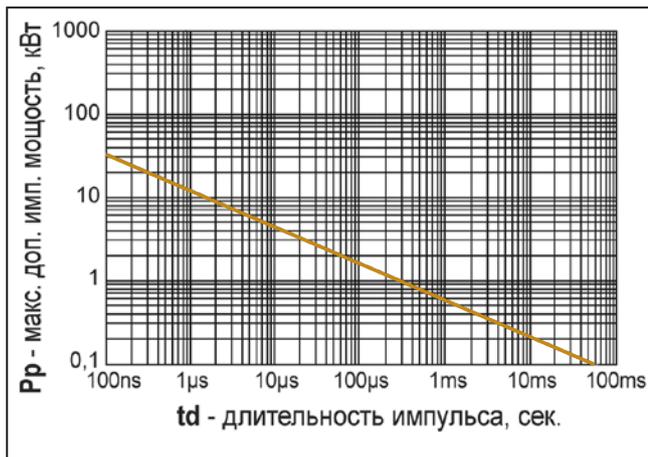


Рис. 1. Зависимость допустимой мощности от длительности приложенного к диоду импульса перенапряжения

TVS-диоды обладают высоким быстродействием (порядка 10^{-12} с), что практически исключает появление выбросов напряжения в защищаемой диодом нагрузке. Токи, которые способны пропустить TVS-диоды без опасности разрушения рп-перехода, на несколько порядков превосходят максимальные допустимые токи стабилитронов, Так для 24-вольтового TVS-диода 1.5 KE24 С максимальный допустимый импульсный ток достигает 43 А при длительности импульса перенапряжения 1000 мкс. В зависимости от длительности приложенного к диоду импульса перенапряжения допустимая мощность может увеличиваться или снижаться в соответствии с номограммой, приведенной на рис. 1 [2].

TVS-диоды выпускаются также и в симметричном исполнении, что позволяет существенно сократить общее число элементов в барьере, поскольку стабилитроны включаются обычно встречно для защиты от переменного напряжения в аварийном режиме.

Таким образом, в связи с перечисленными достоинствами TVS-диодов, применение их в барьерах искробезопасности представляется весьма перспективным. Для подтверждения данного тезиса ниже приведен расчет барьера искробезопасности с использованием TVS-диода.

На рис. 2 показана схема простейшего барьера искробезопасности. В этой схеме функцией резистора R1 является снижение тока через предохранитель FU до значений, ниже величины разрывного тока предохранителя. Поскольку для TVS-диода максимальная допустимая мощность рассеивания, а следовательно, и максимальный допустимый ток зависят от длительности импульса перенапряжения, следует оценить временные характеристики предохранителя и уровень тока, протекающий через предохранитель и диод при аварийной ситуации.

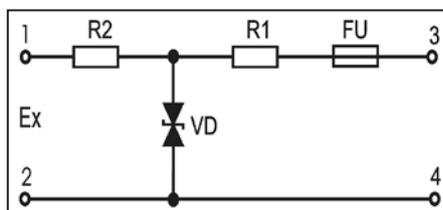


Рис. 2. Схема простейшего барьера искробезопасности

Все препятствия и трудности – это ступени, по которым мы растем ввысь...

Ф. Ницше

Для предохранителей, обладающих разрывным током 35 А при номинальном токе 160 мА, ампер-секундная характеристика предохранителей фирмы Littelfuse составляет $I_{раз}^2 \cdot t_{FU} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ A}^2 \cdot \text{с}$ (www.littelfuse.com). Минимальное значение резистора R1, обеспечивающее снижение тока через предохранитель FU при аварийной ситуации, когда ко входным клеммам 1 и 2 приложено напряжение 250 В, с учетом коэффициента запаса 1,5 составляет:

$$R1 = (250 - 24) / 35 \cdot 1,5 = 9,7 \text{ Ом},$$

где 24 В — падение напряжения на TVS-диоде; 35 А — разрывной ток предохранителя.

Время перегорания предохранителя при этом составит:

$$t_{FU} = 1,4 \cdot 10^{-2} / ((250 - 24) / 9,7)^2 = 26 \text{ мкс}.$$

Полученный результат свидетельствует о том, что время перегорания предохранителя значительно меньше величины 1000 мкс, при которых нормируется максимальный ток TVS-диода, и опасность его разрушения практически исключена.

Мощность резистора R1 определяется по п. 7.3.8. ГОСТ Р 51330.10-99 и составляет

$$P1 = 1,7 \cdot (0,16)^2 \cdot 9,7 = 0,42 \text{ Вт},$$

где 0,16 А — номинальный ток срабатывания предохранителя.

В дальнейшем, номинал резистора R1 во всех модификациях барьеров принимается равным 10 Ом.

При расчете резистора R2 следует руководствоваться приложением А1 ГОСТ Р 51330.10-99:

$$R2 = U_{ст} / I_o,$$

где $U_{ст}$ — напряжение стабилизации стабилитрона, в примере — напряжение ограничения TVS- диода; I_o — максимальный выходной искробезопасный ток, определяется по данным табл. 1 для подгрупп II С, II В, II А.

Мощность этого резистора должна быть не менее $P_{R2} = 1,5 \cdot U_{ст}^2 / R2$.

Таблица. 1. Результаты расчета величин сопротивления и мощности резистора R2 для значений напряжения ограничения 24 В и 12,8 В и трех подгрупп электрооборудования при коэффициенте запаса 1,5.

$U_o, \text{ В}$	II С			II В			II А		
	$I_o, \text{ А}$	$R2, \text{ Ом}$	$P_{R2}, \text{ Вт}$	$I_o, \text{ А}$	$R2, \text{ Ом}$	$P_{R2}, \text{ Вт}$	$I_o, \text{ А}$	$R2, \text{ Ом}$	$P_{R2}, \text{ Вт}$
12,8	2,25	5,68	43,2	2,25	5,68	43,2	2,25	5,68	43,2
24	0,174	138	6,26	0,43	55,8	15,48	0,597	40,2	21,5

Таблица 2. Технические характеристики барьеров серии КОРУНД-М7хх

Наименование барьера	Уровень взрывозащиты	Подгруппа	Максимальное выходное напряжение, U_0 , В	Максимальный выходной ток I_0 , А	Максимальная внешняя емкость C_0 , мкФ			Максимальная внешняя индуктивность L_0 , мГн			Проходное сопротивление $R_{пр}$, Ом
					ПС	ПВ	ПА	ПС	ПВ	ПА	
КОРУНД-М720	[Exib]	ПС/ПВ/ПА	12,8	0,64	1,06	6,8	24,2	0,13	1,06	2,0	23,2
КОРУНД-М721		ПС	24,0	0,17	0,125	-	-	1,2	-	-	151,2
КОРУНД-М722		ПВ	24,0	0,4	-	0,93	-	-	0,87	-	69,0
КОРУНД-М723		ПА	24,0	0,6	-	-	3,35	-	-	0,53	57,2
КОРУНД-М730	[Exia]	ПС/ПВ/ПА	12,8	0,427	1,06	6,8	24,2	0,32	2,2	3,45	56,4
КОРУНД-М731		ПС/ПВ/ПА	6,8	0,68	17,9	380	1000	0,23	0,8	1,7	36,4
КОРУНД-М740		ПС	24,0	0,174	0,125	-	-	1,2	-	-	164,3
КОРУНД-М741		ПВ	24,0	0,4	-	0,93	-	-	0,87	-	86,4
КОРУНД-М742		ПА	24,0	0,6	-	-	3,35	-	-	0,53	66,4

Для подгрупп П В, П А при напряжении 12 В (табл. 1) максимальный выходной искробезопасный ток I_0 не нормируется (его величина по рис. 1 выше 5 А), в связи с чем на эти подгруппы распространен результат расчета для подгруппы П С.

Полученное значение мощности резистора R_2 для $U_0 = 12,8$ В и для $U_0 = 24$ В (ПА) слишком велико, его желательно ограничить величиной 20 Вт. что Резистор R_2 будет состоять из четырех 5-ваттных резисторов ACS55, имеющих минимальные габариты. С этой целью для $U_0 = 12,8$ В общее сопротивление R_2 следует увеличить до 10 Ом. Ток I_0 при этом составит 1,28 А, а суммарная мощность рассеивания — 16,38 Вт.

Для $U_0 = 24$ В (подгруппа ПА) резистор R_2 составляется из четырех пятиваттных резисторов по 11 Ом.

В табл. 2 приведены параметры барьеров серии КОРУНД-М7хх, разработанных с применением TVS-диодов.

Значения проходных сопротивлений барьеров скорректированы с учетом значений сопротивлений резисторов по нормальному ряду. Приведенные результаты показывают, что проходное сопротивление барьера уровня искробезопасности i_b для 12,8 В и подгруппы П С с учетом сопротивления предохранителя 3,2 Ом (www.littelfuse.com) составит $R_{пр} = R_1 + R_2 + R_{FU} = 23,2$ Ом, а проходное сопротивление барьера уровня искробезопасности i_b для 24 В составит $R_{пр} = 10 + 138 + 3,2 = 151,2$ Ом. Для сравнения приведем значения проходного сопротивления выпускаемых в настоящее время барьеров на обычных стабилитронах КОРУНД-М2 (12,8 В) — 170 Ом и КОРУНД-М21 (24 В) — 280 Ом. Выигрыш по величине проходного сопротивления

для других подгрупп электрооборудования еще более ощутим.

Таким образом, при максимальном токе датчика с выходным сигналом 4...20 мА, подключенного к барьеру КОРУНД-М721 на 24 В, падение напряжения на барьере составит 3,02 В, в то время как для барьера КОРУНД-М21 падение составляет 5,6 В. Это позволяет использовать при эксплуатации датчики с высоким нижним пределом допустимого напряжения питания (до 20 В). Уменьшение проходного сопротивления также дает возможность увеличить длину линии связи, соединяющей датчик с барьером.

Использование в барьерах предохранителей с номинальным током 160 мА дает возможность подключать к барьерам не только датчики с максимальным током 20 мА, но и различные электромагнитные клапаны, микроэлектродвигатели, исполнительные механизмы, имеющие соответствующую маркировку искрозащиты.

Таким образом, приведенные расчеты показывают, что применение TVS-диодов в барьерах искробезопасности может повысить эксплуатационные параметры барьеров искрозащиты и расширить область их применения.

Список литературы

1. *Жданкин В.К.* Барьеры искрозащиты с гальваническим разделением — надежные компоненты обеспечения искробезопасности каналов связи во взрывоопасных зонах // Современные технологии автоматизации. 2013. №2.
2. *Кадуков А.* TVS-диоды — полупроводниковые приборы для ограничения опасных перенапряжений в электронных цепях // Компоненты и технологии. №1. 2001.

*Иванов Сергей Юрьевич — главный конструктор,
Моисеев Иван Васильевич — генеральный директор ООО «Стэнли».*
Контактные телефоны: (495) 917-87-53, (499) 764-99-83.

E-mail: info@stenli.ru

Группа «Транзас» оснастила современным оборудованием уникальный ледокол «Балтика»

Первый в мире асимметричный ледокол проекта Р-70202 успешно завершил ходовые испытания. Судно проекта Р-70202, построенное на российской верфи Arctech Helsinki Shipyard Oy, представляет собой асимметричный ледокол для борьбы с аварийными разливами нефти и спасательных операций. Оно способно продвигаться в ровном льду толщиной один метр и в «косом» режиме сможет прокладывать канал шириной 50 м.

В рамках проекта Транзас осуществил поставку и пусконаладочные работы интегрированной навигационной системы собственного производства, комплекта навигационного оборудования, средств связи и видеонаблюдения, а также оборудования для обеспечения взлета и посадки вертолета. Ко всему палубному оборудованию, установленному в рамках контракта, предъявлялись особые тре-

бования, обеспечивающие работу систем в арктических широтах при температуре -40 °С. Помимо этого, на ледоколе установлены современные системы спутниковой связи, максимально отвечающие высоким техническим требованиям, которые предъявляются к оборудованию многофункциональных судов подобного класса.

Заказчиком строительства судна выступило ФКУ «Дирекция государственного заказчика программ развития морского транспорта» в интересах ФБУ «Госморспасслужба России». Проект уникального судна был разработан Aker Arctic Technology (Финляндия), корпус строился на Прибалтийском судостроительном заводе «Янтарь», а ряд работ затем проводился на финской верфи Arctech Helsinki Shipyard Oy. Надзор за строительством осуществлял Российский морской регистр судоходства (PMPC).

[Http://www.transas.ru](http://www.transas.ru)