

ОБЗОР РЫНКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ БАРЬЕРОВ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ

СЕРГЕЙ ШИШКИН
svshi1969@mail.ru

В статье представлен обзор отечественного рынка промышленных барьеров искробезопасности, приведены их технические характеристики, функциональные возможности и особенности.

НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ

Если датчик исполнительного устройства или измерительной вставки находится во взрывоопасной зоне (например, промышленная установка на предприятии химической и нефтегазовой промышленности), то требуется обеспечить взрывозащиту. Одним из видов

взрывозащиты является искробезопасная электрическая цепь (ГОСТ Р 30852.10-2002). Барьеры искрозащиты обеспечивают безопасность цепи подключения как в штатных, так и в аварийных ситуациях. По функционированию их можно разделить на барьеры с гальванической развязкой и шунт-диодные барьеры искрозащиты, которые также известны как

«барьеры на зенеровских диодах», «пассивные барьеры».

Барьеры искробезопасности с гальванической развязкой часто называют «активными». Они объединяют в одном компактном корпусе преобразователь сигнала и барьер искрозащиты. Преимущества применения этого типа устройств во многом обусловлены наличием гальванической развязки, которая сама по себе является фактором, увеличивающим «выживаемость» системы. Каналы, защищенные такими барьерами, обладают более высокой помехоустойчивостью. Наличие гальванического разделения входных и выходных цепей, а также входных цепей и цепей питания барьера снижает необходимость организации заземления барьеров. Это позволяет повысить помехоустойчивость при передаче измерительных сигналов.

Функциональная схема «активного» барьера для защиты цепей дискретных датчиков представлена на рис. 1.

Барьер работает следующим образом. Напряжение питания от источника питания (ИП) преобразуется генератором (Г) в переменное напряжение (U_{\sim}) и передается трансформатором (Т) в выпрямитель (В). После выпрямителя стоит схема ограничения тока и напряжения. Таким образом, контакты датчика (Д) опрашиваются сигналом с искробезопасными параметрами. Когда контакты датчика замкнуты, загорается светодиод оптопары AD, что, в свою очередь, приводит к открытию (замыканию) транзистора этой оптопары, и сигнал с датчика поступает на контроллер.

Шунт-диодные барьеры являются наиболее простым, дешевым и высоконадежным способом обеспечения взрывозащиты и искро-

РИС. 1. ► Функциональная схема барьера искробезопасности с гальванической развязкой для защиты цепей дискретных датчиков

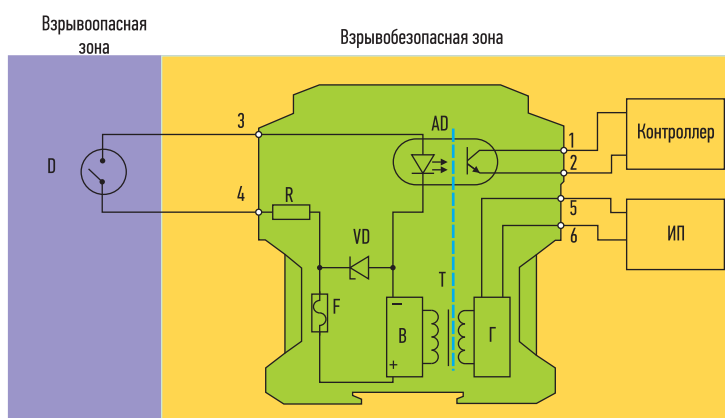
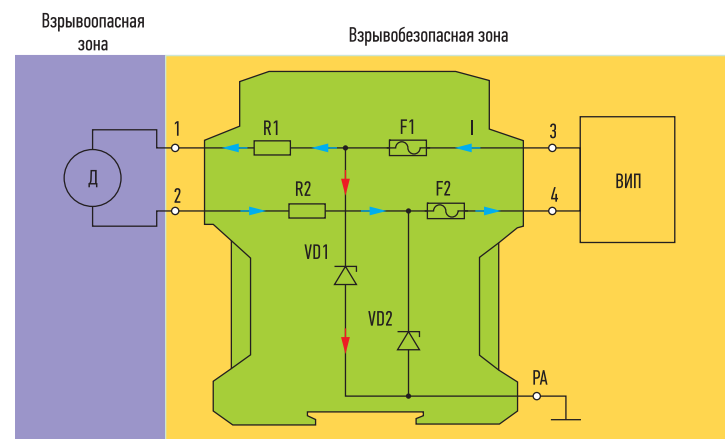


РИС. 2. ► Функциональная схема шунт-диодного барьера искробезопасности



безопасности электрических цепей первичных преобразователей (термопары, термосопротивления, датчики унифицированных сигналов). Они требуют обязательного заземления. К достоинствам шунт-диодных барьеров можно отнести их невысокую стоимость, компактность по сравнению с активными барьерами, передачу сигнала без преобразования и отсутствие необходимости в источнике питания. Недостатки данных устройств состоят в том, что они требуют заземления, выходят из строя при штатном срабатывании (сгорает предохранитель) и имеют неремонтопригодную конструкцию. Функциональная схема шунт-диодного барьера искробезопасности представлена на рис. 2.

«Срабатывание» барьера является штатной ситуацией обеспечения искробезопасности и вызывается попаданием в искроопасную цепь, подключенную к барьеру, электрического сигнала, по своим параметрам превышающего допустимое напряжение холостого хода и ток перегорания встроенного предохранителя. Как правило, с искроопасной стороны к барьеру подключены вторичные измерительные преобразователи. Параметры электрических сигналов, с которыми работают измерительные преобразователи, практически всегда не превышают значений, необходи-

мых для «срабатывания» барьера. Поэтому для избежания «срабатывания» барьеров необходимо исключить попадание электрических сигналов из других цепей (например, в результате коротких замыканий). Барьер искробезопасности является невосстанавливаемым изделием и ремонту не подлежит (согласно п. 9.2.3 ГОСТ30852.10), таким образом, должна быть исключена возможность ремонта или замены элементов внутреннего монтажа барьеров.

БАРЬЕРЫ НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»

ООО НПК «Ленпромавтоматика» выпускает 17 типов и более 30 модификаций барьеров искробезопасности, среди которых:

- пассивные БИ-001/003/004/005/006/006-01/007 и ЛПА-042;
- активные БИА-101/102/103, ЛПА-131/140/141 и др.

Пассивные

БИ-001 (рис. 3) предназначен для обеспечения искробезопасности электрических цепей первичных преобразователей, в роли которых, например, могут выступать термоэлектрические преобразователи и термопреобразователи сопротивления.

Барьер с искробезопасными электрическими цепями уровня «ib»



РИС. 3. Внешний вид барьера искробезопасности БИ-001

выполнен в соответствии с требованиями ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999), имеет маркировку взрывозащиты «[Exib] IIC» и предназначен для установки вне взрывоопасных зон. БИ-001 осуществляет передачу входных сигналов от термопреобразователей и термопреобразователей сопротивления, подключаемых по четырехпроводным линиям связи, и обеспечивает отключение защищаемой цепи от опасного напряжения при попадании высокого напряжения в искроопасную цепь. Согласно ГОСТ 30852.10-2002, цепи барьера, обозначенные «РА»,

ТАБЛИЦА 1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАРЬЕРОВ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ БИ-001, БИ-003, БИ-004, БИ-005, БИ-006, БИ-006-01

	БИ-001	БИ-003, БИ-004	БИ-005	БИ-006, БИ-006-01
Максимальное сопротивление канала барьера, Ом (не более)	19	19 для БИ-003; 27 для БИ-004		
Максимально допустимое входное напряжение, при котором обеспечивается искробезопасность защищаемой цепи, В (напряжение переменного тока 50 Гц)	250			
Характеристики искробезопасной цепи				
Ток короткого замыкания (I _к), мА (не более)	200	200	50	40
Напряжение холостого хода (U _х), В (не более)	1	1 для БИ-003; 3 для БИ-004	12	36 для БИ-006; 24 для БИ-006-01
Параметры защищаемой цепи				
Емкость (C _с), мкФ (не более)	1		0,5	0,1 для БИ-006; 0,08 для БИ-006-01
Индуктивность (L ₀), мГн (не более)		1		1 для БИ-006; 0,1 для БИ-006-01
Габаритные размеры, мм	114×99×12,5			
Средний срок службы, лет	12			
Средняя наработка до отказа, ч (не менее)	150 000			
Тип подключаемых датчиков/входного сигнала	термоэлектрические преобразователи, термопреобразователи сопротивления	датчики типа «сухой контакт»	датчики с токовым выходом 4–20 мА	



РИС. 4. ►
Внешний вид барьера
искробезопасности
БИА-101



необходимо заземлять. Это одно из условий обеспечения искробезопасности защищаемой цепи. Но есть еще один аспект. При «висящей в воздухе» цепи «РА» барьера и неблагоприятной помеховой обстановке может сложиться следующая ситуация: энергии наведенной помехи может оказаться достаточно для открытия защитных шунтирующих диодов барьера. В результате измеряемый сигнал непредсказуемым образом искажается. Таким образом, заземление необходимо не только для обеспечения искрозащиты, но и для сохранения метрологических характеристик канала.

БИ-005 предназначен для обеспечения искробезопасности электрических цепей дискретных датчиков типа «сухой контакт», а также некоторых активных дискретных дат-

чиков. Он также имеет маркировку взрывозащиты «[Exib]ПС» и предназначен для установки вне взрывоопасных зон.

БИ-006, БИ-006-01 предназначены для обеспечения искробезопасности электрических цепей первичных преобразователей, выходным сигналом которых является токовый сигнал с диапазоном 0–20 мА постоянного тока. Данные барьеры имеют маркировку взрывозащиты «[Exib]ПВ» и «[Exib]ПС» соответственно и предназначены для установки вне взрывоопасных зон.

Основные технические характеристики барьеров искробезопасности БИ-001, БИ-003, БИ-004, БИ-005, БИ-006, БИ-006-01 приведены в таблице 1.

Активные

БИА-101 (рис. 4) предназначен для обеспечения искробезопасности и питания электрических цепей первичных преобразователей, выходным сигналом которых является токовый сигнал с диапазоном 0–20 (4–20) мА постоянного тока.

Барьер обеспечивает прием, фильтрацию и преобразование входного сигнала в унифицированный выходной сигнал 0–20 (4–20) мА, то есть передачу токового сигнала 1:1, а так-

же в унифицированный выходной сигнал с диапазоном 0–5 (1–5) В, гальваническое разделение входных сигнальных цепей и цепей питания, а также входных и выходных цепей. Гальваническое разделение входных сигнальных цепей барьера и цепей питания осуществляется посредством применения импульсного трансформатора. Разделение сигнальных цепей входа и выхода достигается применением оптической развязки. Отличительной особенностью этого барьера искрозащиты является возможность диагностики состояния цепи датчика. Так, в случае использования датчика с выходным сигналом 4–20 мА по значению входного тока 0 мА может быть определен обрыв цепи датчика. Этому случаю соответствует нулевой уровень сигнала на выходе барьера. В случае когда входной ток значительно превышает 20 мА (для любого датчика), на выходе барьера присутствует высокий уровень напряжения (около 8 В). По этому значению выходного сигнала барьера можно делать выводы о неисправности датчика, коротком замыкании входной цепи барьера.

Основные технические характеристики активных барьеров искробезопасности БИА-101, БИА-102, БИА-103 и НБИ приведены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНЫХ БАРЬЕРОВ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ БИА-101, БИА-102, БИА-103, НБИ

	БИА-101	БИА-102	БИА-103	НБИ
Напряжения питания барьера, В	24 (18–36), кроме модификаций НБИ-12П, НБИ-12У, НБИ-22П и НБИ-22У			
Характеристики искробезопасной цепи				
Ток короткого замыкания (I_c), мА (не более)	40	5	62	30
Напряжение холостого хода (U_0), В (не более)	24	12	6,5	24
Параметры защищаемой цепи				
Емкость (C_0), мкФ (не более)	0,09 для подгруппы ПС 0,27 для подгруппы ПВ	1 для подгруппы ПС 7 для подгруппы ПВ	10 для подгруппы ПС 100 для подгруппы ПВ	
Индуктивность (L_0), мГн (не более)	10 для подгруппы ПС 70 для подгруппы ПВ	100 для подгруппы ПС 500 для подгруппы ПВ	8 для подгруппы ПС 30 для подгруппы ПВ	
Основная приведенная погрешность преобразования, % (не более)	± 0,1			
Габаритные размеры, мм	114×99×17,5			113×100×23
Количество каналов в корпусе	1	2	1	2
Тип подключаемых датчиков/входного сигнала	датчики с токовым выходом 0–20 (4–20) мА	датчик типа «сухой контакт»	термопреобразователи сопротивлений ТСМ, ТСП	датчики с токовым выходом 4–20 мА
Выходной сигнал	0–5 (1–5) В, 0–20 (4–20) мА	состояние опореле (до 100 В, до 150 мА переменного/постоянного тока)	В зависимости от модификации 0–5; 0–10; 1–5; 0–10 В	4–20 мА

БАРЬЕРЫ ФИРМЫ ОВЕН

Фирма ОВЕН представляет на рынке барьеры искрозащиты «Искра-Х.02». Они могут выпускаться в различных исполнениях, отличающихся друг от друга типом подключаемых первичных преобразователей. Приборы относятся к классу шунт-диодных барьеров с обязательным искрозащитным заземлением и по способу защиты человека от поражения электрическим током удовлетворяют требованиям ГОСТ 12.2.007.0 для класса II.

Область применения барьера — согласно маркировке взрывозащиты, ПУЭ и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования, расположенного вне взрывоопасной зоны и связанного искробезопасными внешними цепями с электротехническими устройствами, установленными во взрывоопасных зонах. Барьер предназначен для установки в электрических цепях, связывающих датчик, находящийся во взрывоопасной зоне, и вторичный преобразователь (далее «прибор»), расположенный во взрывобезопасной зоне, и ограничивает значения напряжения и тока до искробезопасных. Барьер относится к связанному электрооборудованию, реализует вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» — i, сертифицирован на уровень взрывозащиты «особовзрывозащищенный» и имеет

маркировку взрывозащищенности «[Exia] IIC». Барьер предназначен для защиты искробезопасных цепей при воздействии на него напряжения до 250 В и устанавливается вне взрывоопасной зоны с обязательным искрозащитным заземлением. Он относится к устройствам пассивного типа, по эксплуатационной законченности — к изделиям второго порядка. Барьеры «ИСКРА» выпускаются в трех модификациях для различных типов датчиков:

- «ИСКРА-АТ.02» — для датчиков с выходным сигналом тока 0–5 и 0(4)–20 мА;
- «ИСКРА-ТП.02» — для термопар и датчиков с выходным сигналом напряжения ±1 В;
- «ИСКРА-ТС.02» (рис. 5) — для термосопротивлений типа ТСМ/ТСП.

Основные технические характеристики барьеров искробезопасности «ИСКРА» приведены в таблице 3.

БАРЬЕРЫ ООО «СТЕНЛИ»

Очень убедительно представлены на рынке барьеры искробезопасности ООО «Стенли» — серии КОРУНД-Мххх, КОРУНД-БПД-24Ех. В состав барьеров КОРУНД-Мххх входят активные (КОРУНД-М1х, с питающим напряжением постоянного тока), пассивные (КОРУНД-М2х/М72х, КОРУНД-М3х/М73х и КОРУНД-М4х/М74х), активные с гальванической развязкой



РИС. 5. Внешний вид барьера искробезопасности «ИСКРА-ТС.02»

КОРУНД-Мхх, а также активные барьеры с сетевым питанием (КОРУНД-БПД-24Ех).

Активные барьеры КОРУНД-М1х предназначены для организации питания и искрозащиты сигнальных цепей взрывозащищенных двухпроводных датчиков, формирующих унифицированный информативный сигнал постоянного тока 4–20 мА. КОРУНД-М1х — барьеры с входной искробезопасной цепью уровня «iB», они имеют маркировку по взрывозащите «[Exib] IIC/IIВ/IIА» и предназначены для работы с датчиками с унифицированными выходными

ТАБЛИЦА 3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАРЬЕРОВ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ «ИСКРА-АТ.02», «ИСКРА-ТП.02», «ИСКРА-ТС.02»

	«ИСКРА-АТ.02»	«ИСКРА-ТП.02»	«ИСКРА-ТС.02»
Максимальное сопротивление канала барьера, Ом (не более)		110	
Максимально допустимое входное напряжение, при котором обеспечивается искробезопасность защищаемой цепи, В (напряжение переменного тока 50 Гц)		250	
Характеристики искробезопасной цепи			
Ток короткого замыкания(I _к), мА (не более)	88	100	200
Напряжение холостого хода (U ₀), В (не более)	31,8	6,8	10,2
Параметры защищаемой цепи			
Емкость (C ₀), мкФ (не более)	0,05	17,9	2,75
Индуктивность (L ₀), мГн (не более)	0,1	0,15	3,0
Габаритные размеры, мм	110×76×27		
Средний срок службы, лет	8		
Масса барьера, кг (не более)	0,3		
Тип подключаемых датчиков/входного сигнала	датчики с выходным сигналом 0–5, 0–20, 4–20 мА	источник напряжения с диапазоном –1...+1 В	термопреобразователи сопротивления ТСМ 50М, ТСМ 100М, ТСП 50П, ТСП 100П

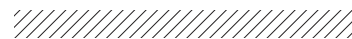


РИС. 6. ►
Внешний вид барьера
искробезопасности
КОРУНД М2



сигналами постоянного тока, имеющими вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь».

Пассивные барьеры Корунд-М2х/М72х, КОРУНД-М3х/М73х, КОРУНД-М4х/М74х предназначены для работы с датчиками, формирующими как естественный выходной сигнал (например, термопары и термометры сопротивления стандартных градуировок с конструкцией обычного исполнения), так и унифицированный токовый сигнал (например,

4–20 мА), и другими техническими средствами промышленной автоматики, не содержащими собственных источников электропитания (например, электропневматические преобразователи и позиционеры).

КОРУНД-М2х/М72х — барьеры двухканальные с входными искробезопасными цепями уровня «ib». Серия М2х имеет маркировку по взрывозащите «[Exib]ПС/ПВ/ПА». Барьеры КОРУНД-М720/721/722, с целью оптимизации параметров для каждой области применения, имеют маркировку соответственно «[Exib]ПС», «[Exib]ПВ», «[Exib]ПА».

КОРУНД-М3х/М73х — барьеры двухканальные с входными искробезопасными цепями уровня «ia», имеющие маркировку по взрывозащите «[Exia]ПС/ПВ/ПА».

КОРУНД-М4х/М74х — барьеры двухканальные с входными искробезопасными цепями уровня «ia». Серия М4х имеет маркировку по взрывозащите «[Exia]ПС/ПВ/ПА», барьеры КОРУНД-М740/741/742,

с целью оптимизации параметров для каждой области применения, имеют маркировку соответственно «[Exia]ПС», «[Exia]ПВ», «[Exia]ПА».

Серия КОРУНД-М7хх характеризуется более высокими значениями максимального выходного тока и максимальных значений внешних емкостей и индуктивностей, а также меньшими значениями проходного сопротивления.

Барьеры КОРУНД-М5хх осуществляют гальваническую развязку между источником и приемником измерительного сигнала, а также между измерительными цепями и цепями питания.

Активные барьеры искрозащиты с сетевым питанием КОРУНД-БПД-24Ex предназначены для организации питания и искрозащиты сигнальных цепей двухпроводных датчиков с унифицированным выходным сигналом 4–20 мА постоянного тока. Барьеры КОРУНД-БПД-24Ex с входными искробезопасными цепями уровня «ia»

ТАБЛИЦА 4. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАСИВНЫХ БАРЬЕРОВ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ КОРУНД-М2, КОРУНД-М21, КОРУНД-М3, КОРУНД-М31, КОРУНД-М4

	КОРУНД-М2	КОРУНД-М21	КОРУНД-М3	КОРУНД-М31	КОРУНД-М4
Проходное сопротивление каналов 1/2, Ом	170/170	280/280	220/220	90/90	330/330
Количество каналов	2				
Характеристики искробезопасной цепи					
Ток короткого замыкания (I_0), мА (не более)	120	100	120	250	100
Напряжение холостого хода (U_0), В (не более)	12,8	24	12,8	4,1	24
Параметры защищаемой цепи					
Внешняя емкость (C_0), мкФ (не более)	0,75 для подгруппы ПС 7,0 для подгруппы ПВ	0,11 для подгруппы ПС 0,75 для подгруппы ПВ	0,75 для подгруппы ПС 7,0 для подгруппы ПВ	3,5 для подгруппы ПС 35,0 для подгруппы ПВ	0,11 для подгруппы ПС 0,75 для подгруппы ПВ
Внешняя индуктивность (L_0), мГн (не более)	5,25 для подгруппы ПС 21,0 для подгруппы ПВ	1,5 для подгруппы ПС 6,0 для подгруппы ПВ	5,25 для подгруппы ПС 21,0 для подгруппы ПВ	2,0 для подгруппы ПС 6,0 для подгруппы ПВ	1,5 для подгруппы ПС 6,0 для подгруппы ПВ
Габаритные размеры, мм (корпус для монтажа на DIN-рейку)	110×95×22				
Средний срок службы, лет	12				
Масса, кг (не более)	0,12				
Тип подключаемых датчиков/ входного сигнала	ЭП, ЭПП, реостаты, потенциометры, безопасная зона — от датчиков опорных сигналов		термопреобразователи сопротивления, термоэлектрические преобразователи		4–20 мА, ЭПП, др.

или «ib» (в зависимости от вариантов исполнения), имеющие маркировку по взрывозащите «[Exia]IIC» или «[Exib]IIC», предназначены для работы с двухпроводными промышленными датчиками, имеющими вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь». Все барьеры КОРУНД соответствуют требованиям ГОСТ 30852.10-2002.

Внешний вид барьера искробезопасности КОРУНД-М2 представлен на рис. 6, КОРУНД-М5 — на рис. 7.

Основные технические характеристики пассивных барьеров искробезопасности КОРУНД-М2/21/3/31/4 приведены в таблице 4, КОРУНД-М5/510/520/530/540 — в таблице 5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные отечественные промышленные барьеры искробезопасности обеспечивают взрывозащиту вида «искробезопасная электрическая цепь» и удовлетворяют требованиям ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999). Барьеры искробезопасности обеспечивают безопасность цепи подключения ТС, термопар, датчиков давления, датчиков с унифици-

рованными выходными сигналами как в штатных, так и в аварийных ситуациях. В измерительных цепях барьеры включаются в сигнальные цепи между ВИП и датчиками и могут быть легко встроены в АСУ ТП или в распределенную систему сбора данных и управления производственного (или научного) предприятия. Их цена сопоставима с импортными аналогами. Отечественные промышленные барьеры искробезопасности могут, в основном, закрыть потребность отечественной промышленности, ЖКХ и научных предприятий.

Совершенствование барьеров искробезопасности идет 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. При снижении проходного сопротивления расширяются возможности пользователей, так как удастся использовать датчики различных физических



РИС. 7. Внешний вид барьера искробезопасности КОРУНД-М5

параметров с более высокой нижней границей напряжения питания и, соответственно, увеличить значение сопротивления полезной нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

- www.lpadvice.ru
- www.owen.ru
- www.stenli.ru
- ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999) «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь».
- Жданнин В. Барьеры искрозащиты на стабилизаторах: критерии выбора и особенности применения // Современные технологии автоматизации. 2003. № 2.

ТАБЛИЦА 5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНЫХ БАРЬЕРОВ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ КОРУНД-М5, КОРУНД-М510, КОРУНД-М520, КОРУНД-М530, КОРУНД-М540.

	КОРУНД-М5	КОРУНД-М510	КОРУНД-М520	КОРУНД-М530	КОРУНД-М540
Характеристики искробезопасной цепи					
Ток короткого замыкания (I_o), мА (не более)	120				
Напряжение холостого хода (U_o), В (не более)	24		8,2		3,0
Параметры защищаемой цепи					
Внешняя емкость (C_o), мкФ (не более)	0,11 для подгруппы IIC 0,75 для подгруппы IIB	0,11 для подгруппы IIC 0,75 для подгруппы IIB	0,11 для подгруппы IIC 0,75 для подгруппы IIB	0,75 для подгруппы IIC 7,0 для подгруппы IIB	0,75 для подгруппы IIC 7,0 для подгруппы IIB
Внешняя индуктивность (L_o), мГн (не более)	1,5 для подгруппы IIC 6,0 для подгруппы IIB	1,5 для подгруппы IIC 6,0 для подгруппы IIB	1,5 для подгруппы IIC 6,0 для подгруппы IIB	5,25 для подгруппы IIC 21,0 для подгруппы IIB	5,25 для подгруппы IIC 21,0 для подгруппы IIB
Габаритные размеры, мм (для монтажа на DIN-рейку)	110×75×23		110×75×45		110×75×23
Средний срок службы, лет	12				
Масса, кг (не более)	0,12				
Тип подключаемых датчиков/входного сигнала	датчики с выходным сигналом 4–20 мА	датчики с выходным сигналом 4–20, 0–5 мА	датчики с выходным сигналом 4–20 мА	«сухой контакт»	термопреобразователи сопротивлений ТСМ, ТСР