

Барьер искробезопасности БИ-001

Методические рекомендации по применению

(2 редакция. Барьеры с улучшенными характеристиками имеют заводские номера более 1250)

1. Краткое описание

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

1.1. Характеристики

Приведем краткие технические характеристики самого барьера:

- максимальное сопротивление канала барьера не превышает 19 Ом;
- максимальная разность сопротивлений каналов одного барьера не превышает 0,04 Ом;
- максимально допустимое входное напряжение барьера, при котором обеспечивается искробезопасность защищаемой цепи - напряжение переменного тока 250 В, 50 Гц;
- габаритные размеры барьера не более 114x99x12,5 мм;
- средний срок службы барьера - 12 лет;
- средняя наработка до отказа барьера не менее 150 000 ч;
- барьер является невосстанавливаемым изделием и ремонту не подлежит (Согласно п.9.2.3 ГОСТ Р 51330.10-99 должна быть исключена возможность ремонта или замены элементов внутреннего монтажа барьеров).

1.2. Обеспечение искробезопасности

Барьер с искробезопасными электрическими цепями уровня «ib» выполнен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99), имеет маркировку взрывозащиты «[Exib]IIC» и предназначен для установки вне взрывоопасных зон. Барьер обеспечивает следующие характеристики искробезопасной цепи:

- напряжение холостого хода (U_0) не более 1 В;
- ток короткого замыкания (I_0) не более 200 мА.

Следует учитывать, что заявленная искробезопасность обеспечивается только при следующих параметрах защищаемой цепи:

- емкость (C_0) не более 1 мкФ;
- индуктивность (L_0) не более 1 мГн.

При попадании высокого напряжения в искроопасную цепь барьер обеспечивает перегорание встроенного предохранителя и тем самым отключает защищаемую цепь от опасного напряжения. Дальнейшее использование «сработавшего» барьера невозможно.

1.3. Конструкция и крепеж

Конструктивно барьер выполнен в пластмассовом неразборном корпусе и предназначен для установки на монтажный рельс шириной 35 миллиметров. Для облегчения монтажа и замены барьера применены съемные клеммные колодки.

При установке, эксплуатации и замене барьера необходимо учитывать следующее: барьер имеет, помимо винтового зажима, дополнительный контакт заземления через монтажный рельс. Установка барьера на монтажный рельс вызывает электрическое соединение цепи заземления барьера с монтажным рельсом.

2. Подключение ТС

Терморезисторы подключаются по двух-, трех- или четырехпроводной схеме. Применение двухпроводной схемы подключения терморезистора через любой пассивный барьер (в том числе и БИ-001) в измерительных цепях практически невозможно. Трех- и четырехпроводное подключения рассмотрим подробнее.

2.1. Трехпроводная схема

На Рис. 1 изображено подключение резистивного датчика по трехпроводной схеме через БИ-001. Это – основная схема использования БИ-001.

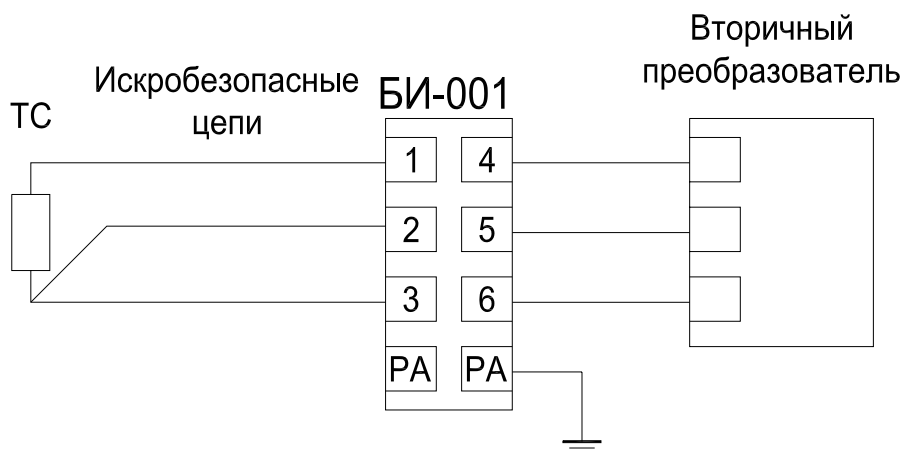


Рис. 1. Трехпроводная схема подключения термопреобразователя сопротивления (ТС)

2.2. Четырехпроводная схема

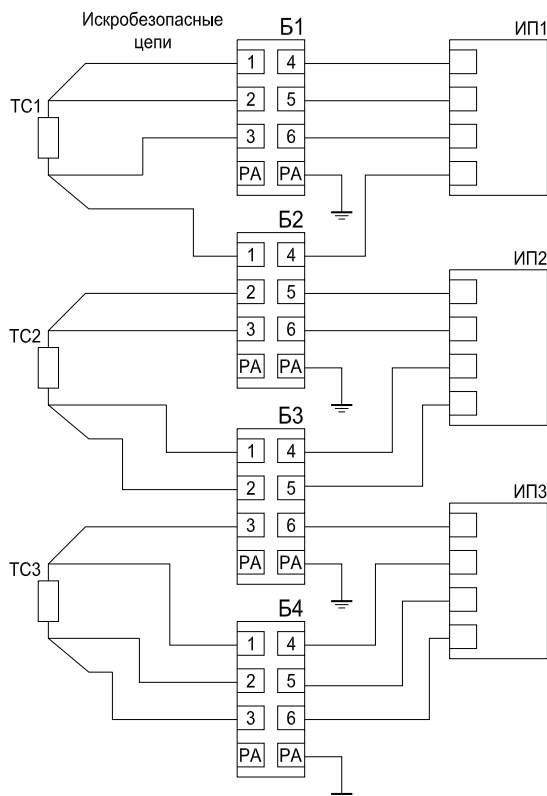


Рис. 2. Четырехпроводная схема подключения термопреобразователя сопротивления (ТС)

На рисунке использованы следующие сокращения:

ТС1...ТС3 – термопреобразователи сопротивления;

Б1...Б4 – барьеры искрозащиты БИ-001;

ИП1...ИП3 – вторичные измерительные преобразователи.

На Рис.2 приведен один из возможных вариантов подключения термопреобразователей сопротивления по четырехпроводной схеме.

2.3. Рекомендации по применению

Рассмотрим некоторые вопросы применения барьеров БИ-001 при защите цепей термопреобразователей сопротивления.

2.3.1. «Срабатывание» барьера

Как уже указывалось в пункте 1.2, «срабатывание» барьера является штатной ситуацией обеспечения искробезопасности. Срабатывание барьера вызывается попаданием в искроопасную цепь, подключенную к барьеру, электрического сигнала, по своим параметрам превышающего допустимое напряжение холостого хода (1 В) и ток перегорания встроенного предохранителя (50 мА).

Как правило, с искроопасной стороны к барьеру подключены вторичные измерительные преобразователи. Параметры электрических сигналов, с которыми работают измерительные преобразователи, практически всегда не превышают значений, необходимых для «срабатывания» барьера. Поэтому, для избежания «срабатывания»

барьеров необходимо исключить попадание электрических сигналов из других цепей (например, в результате коротких замыканий).

2.3.2. Ток опроса

Все известные нам вторичные измерительные преобразователи работают по следующему принципу: через термопреобразователь сопротивления пропускается тестовый ток заданной величины и измеряется падение напряжения на термопреобразователе. Чем этот ток больше и чем больше сопротивление термопреобразователя, тем больше падение напряжения на датчике. А барьер искрозащиты обязан это напряжение ограничивать. Это может привести к большой погрешности измерительного канала.

Следует убедиться, что используемые вторичный преобразователь и терморезистор подходят для работы с барьером БИ-001. Подробная инструкция по определению погрешности находится в документе «Методика расчета погрешности БИ-001».

2.3.3. Проходное сопротивление плеча барьера

Исходя из схем подключения, изображенных на Рис. 1 и Рис. 2 легко убедиться, что проходное сопротивление плеч барьеров суммируется с сопротивлением соответствующей линии связи. Теоретически, измерительный сигнал в приведенных схемах подключения не зависит от значения сопротивлений линий связи. Однако для выполнения этого условия требуется наличие идеального источника тока в составе вторичного измерительного преобразователя. Реальный источник тока работает только на ограниченную нагрузку. При увеличении сопротивления цепи датчика выше значения, заложенного разработчиком преобразователя, его погрешность резко возрастает. К сожалению, практически все изготовители вторичных измерительных преобразователей не нормируют сопротивление линии связи, на которое они рассчитывают свои изделия. Как показали наши эксперименты с продукцией ведущих мировых производителей, значимая погрешность появляется при увеличении сопротивления одной линии связи свыше 30-40 Ом. Если не задаваться проблемами искрозащиты, такое сопротивление вполне достаточно, так как сопротивление реальных линий связи составляет единицы Ом.

БИ-001 имеет нормированное проходное сопротивление плеча – не более 19 Ом. Это обеспечивает пренебрежимо малую погрешность от неидеальности источника тока во вторичном измерительном преобразователе для большинства преобразователей. Тем не менее, следует убедиться в отсутствии значимой погрешности от сопротивления плеча барьера. Сделать это можно, например, экспериментальным путем, включив вместо барьера резисторы (19 Ом). При этом следует учесть, что разброс подключаемых сопротивлений должен быть ниже разбаланса плеч барьера (см. п.1.1).

2.3.4. Заземление

Согласно ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99), цепи барьера, обозначенные «РА», необходимо заземлять. Это одно из условий обеспечения искробезопасности защищаемой цепи. Но данная тема имеет 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.

3. Подключение термопар

Как было указано выше, барьер БИ-001 предназначен для обеспечения искробезопасности цепей как терморезисторов, так и термопар.

Ниже мы рассмотрим вопросы использования барьера для искрозащиты цепей термопар.

3.1. Схема подключения

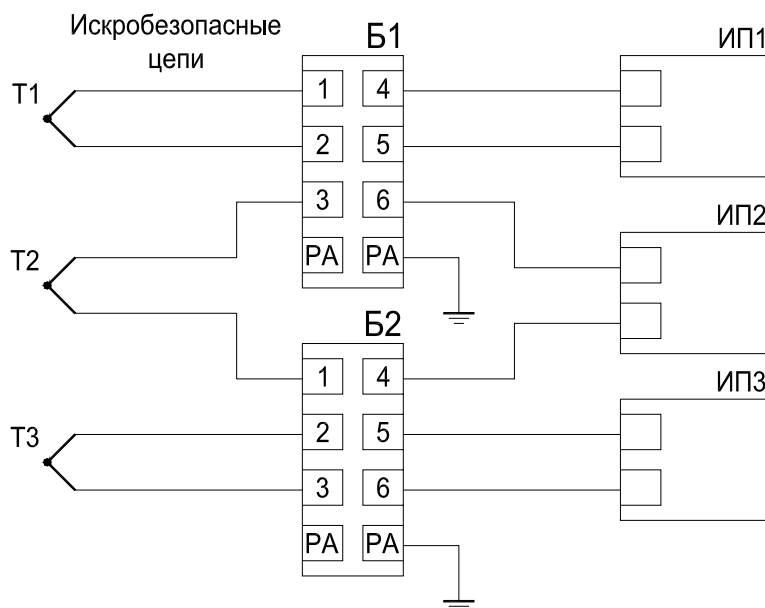


Рис. 3. Подключение термопар

На Рис. 3 изображен один из возможных вариантов подключения термопар.

3.2. Рекомендации по применению

Рассмотрим некоторые вопросы применения барьеров БИ-001 при защите цепей термопар.

3.2.1. «Срабатывание» барьера

Электрические сигналы, вырабатываемые термопарами, крайне слабы и не могут привести к «срабатыванию» барьера, а вторичные измерительные преобразователи, рассчитанные на работу с термопарами, часто имеют пассивный вход.

В результате рекомендации остаются такими же, как и в случае с терморезисторами (см. п.2.3.1).

3.2.2. Использование компенсационных проводов

При использовании БИ-001 с термоэлектрическими преобразователями (термопарами) основную трудность представляет компенсация термоЭДС свободных концов (термоЭДС холодного спая). Холодный спай образуется там, где заканчиваются удлинительные термоэлектроды (термокомпенсационные провода). Если барьера нет, то холодный спай образуется на входных клеммах вторичного измерительного преобразователя. Все доброкачественные преобразователи, рассчитанные на подключение термопар, содержат схемотехнические решения для компенсации термоЭДС холодного спая. Если в состав измерительного канала входит барьер искрозащиты, то объектовые удлинительные термоэлектроды заканчиваются на клеммах барьера. Здесь и

образуется холодный спай. Если монтаж от выходных клемм барьера до входных клемм вторичного измерительного преобразователя вести обычными медными проводами, возникает погрешность, обусловленная разностью температур этих клемм. Просто разместить барьер рядом с преобразователем, чтоб уровнять их температуры – плохое решение: оба прибора в процессе работы могут достаточно сильно нагреваться, поэтому погрешность все равно возникнет. Правильный шаг – вести монтаж от барьера до преобразователя термокомпенсационными проводами. В этом случае возникает две встречно включенные термопары на входных и выходных клеммах барьера. Они находятся практически при тождественной температуре, поэтому значимой погрешности в результат измерения не вносят.

3.2.3. Заземление

Все рекомендации аналогичны пункту 2.3.4.

3.2.4. Погрешность, вносимая в канал измерения

Единственным возможным источником погрешности при использовании барьера БИ-001 в цепи термопары является ток утечки защитных диодов барьера. Но значения выходного напряжения термопар весьма низки, следовательно, ток утечки крайне мал, и его влиянием можно пренебречь. Этот теоретический результат устойчиво воспроизводится экспериментально. В настоящее время нам не известны случаи искажения сигналов термопар барьерами БИ-001.

4. Дополнительные сведения

Данный раздел содержит информацию о возможных (ранее замеченных) проблемах применения барьеров БИ-001 и ответы на часто задаваемые вопросы.

4.1. Основное назначение барьера БИ-001

Барьер БИ-001 разрабатывался для применения в цепях терморезисторов подключаемых по трехпроводной схеме. Поэтому ряд характеристик (проходное сопротивление плеча и разбаланс плеч) оптимизированы именно для этой задачи.

4.2. БИ-001 и вторичные измерительные преобразователи

Некоторые вторичные преобразователи не обеспечивают гальванического разделения между цепями своего питания и измерительными цепями. Это часто приводит к невозможности их совместного использования с барьерами БИ-001 и выражается в виде метрологического отказа канала (каналов) измерения. Причина кроется в следующем: под воздействием разности потенциалов открываются защитные диоды барьеров. Разность потенциалов может быть приложена между цепью заземления барьеров и измерительными цепями, между измерительными цепями одного преобразователя, между измерительными цепями двух разных преобразователей. При этом данная ситуация может возникать только при определенных условиях (например, при обрыве линий связи с одним из датчиков).

Во избежание проблем настоятельно рекомендуем использовать вторичные измерительные преобразователи, обеспечивающие гальваническое отделение цепей подключения датчика от остальных цепей.

4.3. БИ-001 в дискретных цепях

Барьер БИ-001 имеет низкое значение напряжения холостого хода – 1 В. В связи с этим его применение в дискретных цепях практически невозможно, поскольку напряжение в таких цепях, как правило, в несколько раз превышает указанный порог.

4.4. Возврат барьеров

Барьеры искробезопасности БИ-001, вышедшие из строя в результате срабатывания предохранителя, принимаются изготовителем к зачету в размере 30 % стоимости нового барьера БИ-001.