



Барьеры искрозащиты KA5003Ex и KA5004Ex для сигналов температурных датчиков и потенциометров – надёжная защита на взрывоопасном производстве

Алексей Костерин, Николай Красницкий

В статье представлены барьеры искрозащиты KA5003Ex и KA5004Ex российского разработчика и производителя НПФ «КонтрАвт». Барьеры применяются для преобразования и разветвления сигналов терморезисторов, термометров сопротивления и потенциометров, расположенных во взрывоопасной зоне, и их воспроизведения в виде унифицированных токовых сигналов 4...20 мА во взрывобезопасной зоне.

Обеспечение взрывозащиты во взрывоопасных зонах и за их пределами – актуальная потребность безопасности на предприятиях нефтегазового сектора. Автоматизация взрывоопасных производств требует в том числе обеспечения искробезопасности электрических цепей с помощью специальных устройств – барьеров искрозащиты. Задача этих устройств – ограничить ток и напряжение в электрических цепях и тем самым исключить возможность воспламенения взрывоопасной среды, а также измерить, преобразовать и передать электрические силовые и информационные сигналы из взрывоопасной зоны и в неё.

Предприятия нефтегазового сектора уже более 8 лет успешно применяют для решения этих задач активные барьеры искрозащиты серии KA5000Ex от научно-производственной фирмы «КонтрАвт» – известного нижегородского разработчика и производителя средств и систем автоматизации и управления технологическими процессами. Компания работает на рынке автоматизации с 1993 года и отличается системным подходом к формированию номенклатуры барьеров искрозащиты,

а также способностью предложить нефтегазовому сектору набор оптимизированных и надёжных решений под разные типы задач.

Серия активных барьеров искрозащиты KA5000Ex включает в себя более 17 видов барьеров (общее число модификаций при этом более 60), разделённых на 4 группы:

- 1) приёмники аналоговых сигналов из взрывоопасной зоны;
- 2) передатчики аналоговых сигналов во взрывоопасную зону;
- 3) приёмники дискретных сигналов из взрывоопасной зоны;
- 4) управляемые источники питания (передатчики активных дискретных сигналов во взрывоопасную зону).

Барьеры KA5000Ex имеют сертификаты соответствия требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011) и уровня полноты безопасности 2 (SIL2) и 3 (SIL3).

Барьеры KA5000Ex имеют 2 вида взрывозащиты.

- Взрывозащита вида «i» – искробезопасная цепь. В случае появления искры в приборе её мощности будет недостаточно для произведения взрыва.

Уровень взрывозащиты – «ia». Маркировка взрывозащиты вида «ia» – [Ex ia Ga] IC.

- Взрывозащита вида «n» – неискрящее электрооборудование. В барьерах конструктивно отсутствуют искрящие элементы и нагревающиеся поверхности. Барьеры могут располагаться в зоне 2 во внешней оболочке со степенью защиты не ниже IP54. Маркировка взрывозащиты вида «n» – 2Ex nA IC T4 Gc X.

Барьеры искрозащиты KA5000Ex имеют высокий уровень метрологических характеристик:

- класс точности 0,1;
 - широкий диапазон температур эксплуатации (–40...+70°C);
 - отличную температурную стабильность преобразования 0,025%/градус;
 - высокую степень устойчивости к воздействию электромагнитных помех.
- Рассмотрение серии барьеров искрозащиты KA5000Ex начнём с первой группы барьеров – приёмников аналоговых сигналов из взрывоопасной зоны.

Остановимся на первой подгруппе – барьерах искрозащиты KA5003Ex и KA5004Ex для работы с сигналами температурных датчиков и потенциометров.

Предназначение барьеров искрозащиты KA5003Ex и KA5004Ex

Итак, барьеры KA5003Ex и KA5004Ex предназначены для работы с сигналами термопар, термометров сопротивления, потенциометров и потенциометрических датчиков. Кроме того, они могут измерять напряжение $-75...+75$ мВ и сопротивление резисторов в диапазоне $0...4800$ Ом.

Оба барьера являются одноканальными по входу. Они принимают на один универсальный вход любой тип этих сигналов от датчиков, расположенных во взрывоопасной зоне, и преобразуют их в унифицированные токовые сигналы 4...20 мА безопасной зоны.

Подключение датчиков к барьерам возможно по трёхпроводной или четырёхпроводной схеме. Если возникает необходимость применения двухпроводной схемы, то при конфигурировании барьера пользователь выбирает один из этих двух вариантов, а на клеммах прибора устанавливает соответствующие перемычки. Отметим, что барьер KA5004Ex имеет только один активный токовый выход 4...20 мА, а барьер KA5003Ex имеет два таких выхода. Таким образом, барьер KA5003Ex является разветвителем измеренного сигнала «1 в 2». Это первое ключевое различие двух моделей барьеров (рис. 1 и 2).

Параметрическая сигнализация

Оба барьера искрозащиты KA5003Ex и KA5004Ex могут выполнять функцию компаратора для контроля выхода измеренного сигнала за допустимые пределы. Для этого в некоторых модификациях данных барьеров в качестве опции реализована параметрическая сигнализация. Возможные функции компаратора: «Больше», «Меньше», «В интервале», «Вне интервала» (табл. 1). Функции сигнализации реализуются программно встроенным компаратором. Состояние компаратора можно считать по интерфейсам (USB и/или RS-485). Если необходимо сформировать внешний сигнал сигнализации, то это возможно сделать несколькими путями.

1. Использовать модификацию барьера со специальным штатным выходом «СИГНАЛИЗАЦИЯ» на оптореле. Такие модификации есть только у барьера KA5004Ex (табл. 2). У барьера KA5003Ex таких модификаций нет. Это второе ключевое отличие данных моделей барьеров.

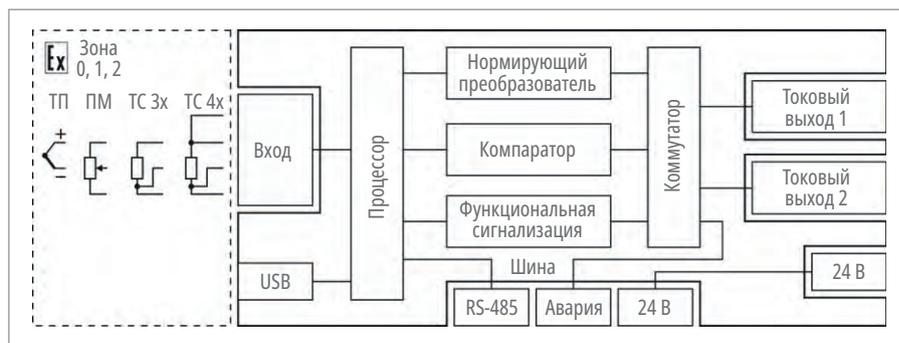


Рис. 1. Схема барьера искрозащиты KA5003Ex

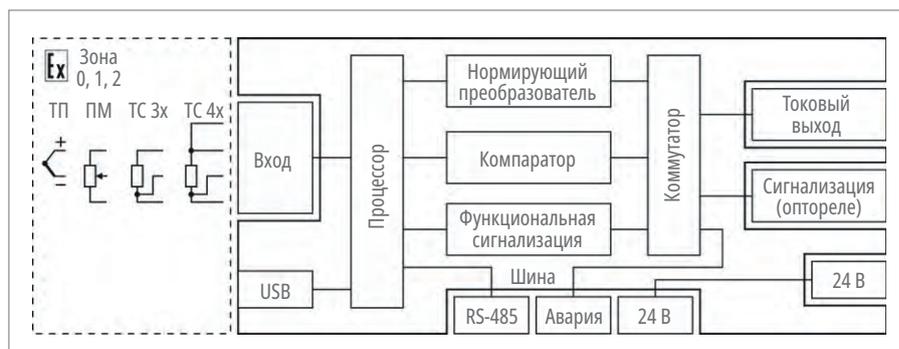


Рис. 2. Схема барьера искрозащиты KA5004Ex

Таблица 1. Функции компараторов для параметрической сигнализации

Наименование функций	Вид функции
Прямая функция («Больше») с независимым заданием порогов срабатывания	①
Обратная функция («Меньше») с независимым заданием порогов срабатывания	②
Попадание в интервал (функция «В интервале») с независимым заданием границ интервала и ширины зоны гистерезиса Δ	③
Попадание вне интервала (функция «Вне интервала») с независимым заданием границ интервала и ширины зоны гистерезиса Δ	④

Таблица 2. Все доступные к заказу модификации барьеров искрозащиты KA5003Ex и KA5004Ex

Обозначение	Каналы	Интерфейсы	Сигнализация	Шинный соединитель
KA5003EX-10	1 в 2	USB	Нет	Есть
KA5003EX-12	1 в 2	USB, RS-485	Нет	Есть
KA5004EX-01	1	USB	Есть	Нет
KA5004EX-11	1	USB	Есть	Есть
KA5004EX-13	1	USB, RS-485	Есть	Есть

2. Подать сигнал компаратора на любой токовый выход.

3. Подать сигнал компаратора на отдельный выход «АВАРИЯ» на шине (для модификаций, имеющих шинный соединитель).

Варианты 2 и 3 реализуются путём соответствующего конфигурирования барьера. В этом случае штатное применение указанных выходов становится недоступным. Таким образом, барьер KA5003Ex (модификации, имеющие ши-

ну) может совместить в себе функции разветвителя сигнала «1 в 2» и сигнализатора по уровню измеренного параметра с помощью выхода «АВАРИЯ».

Дополнительно для функций параметрической сигнализации могут быть также заданы задержка времени срабатывания (то есть времени, в течение которого должно сохраняться условие срабатывания, чтобы сигнализация сработала) и режим отложенной сигнализации при включении. В режиме

отложенной сигнализации игнорируется первое условие срабатывания сигнализации после включения питания. Это позволяет исключить ненужное срабатывание сигнализации в процессе установления режимов работы оборудования после включения питания.

Интерфейсы

Во всех модификациях барьеров КА5003Ех и КА5004Ех присутствует интерфейс USB для конфигурирования, обмена данными и управления барьерами по сети. Некоторые модификации (табл. 2) имеют дополнительно ещё интерфейс RS-485 с протоколом MODBUS RTU. С помощью данного интерфейса можно организовать обмен данными между прибором и контроллерами по сети, а также осуществлять дистанционное управление выходами прибора. Эта возможность позволяет использовать барьер искрозащиты в качестве модуля ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов. Заметим, что у модификаций барьеров КА5003Ех и КА5004Ех с поддержкой интерфейса RS-485 (табл. 2) интерфейс RS-485 подключается по шине.

Шинный соединитель

Как уже упоминалось, в некоторых модификациях обеих моделей барьеров (табл. 2) присутствует шинный соединитель, позволяющий иметь на шине отдельный выход «АВАРИЯ» и подключать по ней интерфейс RS-485. Кроме того, наличие шинного соединителя также позволяет организовать питание 24 В группы барьеров. Если на одной DIN-рейке рядом располагается много приборов, то из соображений удобства их питание рекомендуется организовать именно по шине.

Возможны два варианта организации такого питания группы барьеров.

1. Питание подаётся на клеммы одного барьера, далее через него питание поступает на шину и соответственно на другие барьеры. Таким способом можно запитать группу до 5 барьеров.
2. Питание можно подать непосредственно на шину с помощью разъёмного клеммного соединителя (не входит в комплект поставки барьеров и приобретается отдельно). Так можно запитать до 30 барьеров любых модификаций.

Обнаружение аварийных ситуаций

Оба барьера позволяют обнаруживать различные аварийные ситуации:

выход измеренного сигнала за допустимый диапазон, обрыв датчика, целостность параметров в энергонезависимой памяти и др. О возникновении аварийной ситуации можно визуально судить по миганию светодиодного индикатора «ПИТ/АВАР» на передней панели барьера. Кроме того, в этом случае формируется аварийный уровень токового выходного сигнала, который может быть зафиксирован измерительной системой потребителя сигнала. Модификации барьеров с шинным соединителем имеют дополнительный отдельный выход «АВАРИЯ» на оптотранзисторе. На данный выход можно вывести обобщённый сигнал «АВАРИЯ», который срабатывает при возникновении аварийной ситуации. Параметры аварийной сигнализации конфигурируются пользователем при настройке прибора.

Гальваническая развязка

Барьеры являются активными, поэтому входные и выходные цепи гальванически развязаны между собой и цепями питания. У барьера КА5003Ех два токовых выхода дополнительно изолированы между собой. Электрическая прочность изоляции: ~1500 В, 50 Гц. Интерфейс RS-485, присутствующий в некоторых модификациях барьеров (табл. 2), также гальванически изолирован от остальных цепей.

Конфигурирование

Барьеры КА5003Ех и КА5004Ех являются конфигурируемыми устройствами, то есть многие функции и параметры барьеров можно настроить под конкретную задачу. Конфигурирование выполняется либо по USB-интерфейсу, либо по интерфейсу RS-485 с помощью специального сервисного программного обеспечения SetMaker. С помощью этого ПО можно не только настроить барьер (выбрать тип и границы диапазона преобразования, функции сигнализации, задать пороги её срабатывания, сформировать аварийные уровни выходного токового сигнала), но и быстро скопировать сохранённую конфигурацию в другие приборы, тем самым ускорив их настройку.

Узкий корпус

Барьер искрозащиты КА5003Ех и КА5004Ех имеют малые габариты, прежде всего, малую ширину корпуса (12,5 или 17,5 мм). Концентрация сигналов в шкафах автоматики велика, поэтому сокращение размеров приборов яв-

ляется для компании «КонтрАвт» приоритетной задачей. Обратим внимание, что при правильном конфигурировании монтаж барьеров вплотную к друг другу возможен во всём диапазоне температур эксплуатации, то есть до плюс 70 градусов по Цельсию.

Оптимизация тепловыделения и борьба с перегревом

Как известно, плотному монтажу приборов в узком корпусе 12,5 мм препятствует весьма существенное тепловыделение, которое происходит при формировании сигналов (4...20) мА, особенно при малых нагрузках. Для борьбы с этим явлением во всех модификациях барьеров КА5003Ех и КА5004Ех реализован специальный механизм снижения тепловыделения внутри барьера при малых значениях сопротивления нагрузки.

Пользователь при конфигурировании прибора с помощью ПО SetMaker может указать значение сопротивления используемой нагрузки R_n . С учётом введённого значения приборы оптимизируют напряжение питания блока формирования выходной токовой петли. Значение напряжения автоматически подбирается таким образом, чтобы основное выделение тепла происходило на нагрузке R_n , а не внутри прибора, исключив тем самым перегрев корпуса.

Модификации

К заказу доступны две модификации барьера КА5003Ех и три модификации барьера КА5004Ех. Код модификации представляет собой две цифры после наименования модели барьера.

Первая цифра указывает на наличие/отсутствие шинного соединителя: 0 – без шинного соединителя;

1 – с шинным соединителем (питание, дополнительный выход «АВАРИЯ»).

Вторая цифра указывает на наличие/отсутствие сигнализации и интерфейса RS-485:

0 – сигнализации и интерфейса RS-485 нет;

1 – сигнализация есть, интерфейс RS-485 нет;

2 – сигнализации нет, интерфейс RS-485 есть;

3 – сигнализация и интерфейс RS-485 есть.

Для удобства все доступные к заказу модификации барьеров КА5003Ех и КА5004Ех сведены в единую таблицу (табл. 2). ●

Барьеры искрозащиты КА5000Ex

- Сертификаты SIL2, SIL3 • Гарантия – 3 года • Межповерочный интервал – 5 лет •
- Внесены в реестр крупнейших нефтегазовых компаний РФ •

Серии КА50xxEx, КА51xxEx — Приёмники и передатчики токового сигнала 4...20 мА



1 и 2 канала
Разветвление «1 в 2»

- класс точности 0.1
- входы активные/пассивные
- выходы активные/пассивные
- протокол HART
- питание датчиков
- гальваническая развязка
- шина питания

Серия КА500хEx



Приёмники сигналов термопар, термопреобразователей сопротивления и потенциометров
1 канал
Разветвление «1 в 2»

- класс точности 0.1
- конфигурирование по USB
- выходы активные 4...20 мА
- сигнализация
- передача данных по RS-485
- выход «АВАРИЯ» на шине
- гальваническая развязка
- шина питания

Серия КА52xxEx



Приёмники дискретных сигналов
1, 2 и 4 канала

- входы «сухой контакт», контакт с контролем целостности цепи, сигнал стандарта NAMUR
- выходы «СИГНАЛ» и «ОШИБКА» в каждом канале
- общий выход «ОШИБКА» на шине
- питание датчиков NAMUR
- гальваническая развязка
- шина питания

Серия КА531хEx



Передатчики дискретных сигналов, управляемые источники питания
1, 2 и 4 канала

- питание измерительного или управляющего оборудования
- управление исполнительными устройствами
- ограничение тока при больших нагрузках
- гальваническая развязка
- шина питания

