БАРЬЕРЫ ИСКРОЗАЩИТЫ С ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ РАЗДЕЛЕНИЕМ — НАДЕЖНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ КАНАЛОВ СВЯЗИ ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ

ВИКТОР ЖДАНКИН
victor@prosoft.ru

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) предприятий нефтехимической, химической и газовой промышленности, применяющих в технологических процессах или производящих взрывоопасные вещества, оперируют информацией, собираемой, в основном, с объектов, расположенных во взрывоопасных средах, поэтому выбор высоконадежных и экономичных технических средств сбора информации, работающих в этих средах, является первоочередной задачей при проектировании АСУ. Применение во взрывоопасных зонах каналов связи, оборудованных искробезопасными цепями (ИБЦ), является одним из путей снижения капитальных затрат и повышения надежности.

Искробезопасность электрических цепей каналов связи достигается путем ограничения напряжения и тока, а также разделения искробезопасных и искроопасных цепей. В настоящее время в качестве разделительных элементов между искробезопасными и искроопасными цепями применяются барьеры искрозащиты на полупроводниковых компонентах, которые представляют собой узел законченной конструкции, удовлетворяющий требованиям ГОСТ Р [6, 7], и изготавливаются в виде отдельного электрооборудования или части связанного электрооборудования. В настоящее время предлагаются также барьеры искрозащиты, обеспечивающие гальваническое разделение искробезопасных и искроопасных цепей от силовой и сигнальной сетей переменного тока. Гальваническое разделение обеспечивается применением трансформаторных или оптронных схем. Модули барьеров искрозащиты с гальваническим разделением разработаны с учетом использования в большинстве задач, связанных с обеспечением искробезопасности цепей сигнализации и управления. Они могут

применяться для подключения как простого, так и взрывобезопасного электрооборудования, такого как двухпроводные аналоговые датчики, сигналы которых представлены уровнями постоянного тока и/или напряжением постоянного тока, электропневматические преобразователи, электромагнитные клапаны. Одной из компаний, разрабатывающих и производящих барьеры искрозащиты с гальваническим разделением, является G.M. International, продукция которой хорошо известна российским специалистам, занимающимся проектированием АСУ ТП взрывоопасных производств. Это барьеры искрозащиты с гальваническим разделением серии D1000, искробезопасная модульная мультиплексорная система D2000M, взрывобезопасные источники питания и индикаторные устройства. Недавно компания G.M. International начала производство новой серии компактных надежных барьеров искрозащиты серии D5000/5200 с гальваническим разделением.

G.M. International (Италия) была основана в 1993 г. Руководят компанией специалисты, более 25 лет занимающиеся разработкой и производством искробезопасного контрольно-измерительного оборудования для промышленных предприятий. В настоящее время фирма производит широкий спектр искробезопасного и другого контрольно-измерительного оборудования, предназначенного для использования в системах автоматизации технологических процессов на предприятиях нефте- и газодобывающей, нефтехимической, фармацевтической, пищевой и других отраслей промышленности, где существуют взрывоопасные производства. Большое внимание на предприятии уделяется обеспечению высокого качества и надежности выпускаемого оборудования. В 2002 г. компания получила сертификат качества ISO 9001:2000. Номенклатура производимого оборудования постоянно расширяется, дабы удовлетворять растущие потребности заказчиков.

БАРЬЕРЫ ИСКРОЗАЩИТЫ D5000/5200

Барьеры серий D5000 и D5200 сертифицированы для применений на опасных производственных объектах: по результатам испытаний оформлен сертификат соответствия № РОСС IT.ME92.B02288, подтверждающий соответствие технических параметров барьеров требованиям нормативных документов [6–9].

D5000 и D5200 включают 22 модуля аналогового и дискретного ввода/вывода, которые могут применяться в системах с интегральным уровнем безопасности до SIL3 в соответствии с требованиями стандартов IEC 61508 и IEC 61511. Например, два модуля D5072D, включенных по схеме резервирования, могут обеспечить реализацию функции безопасности с уровнем SIL3 в комбинации с ПЛК с таким же уровнем SIL3. Более подробно с основными показателями функциональной безопасности систем, связанных с обеспечением безопасности производственных технологических процессов на предприятиях перерабатывающих отраслей промышленности, а также с зависимостью этих показателей от организации технического обслуживания и диагностики систем можно ознакомиться в работах [1, 2]. Критерии выбора компонентов для использования в распределенных системах управления (РСУ) и различных системах обеспечения безопасности с уровнями SIL2 и SIL3, рекомендованные в стандартах МЭК 61508 и 61511, описаны в работах [3–5].

Модули серий D5000/5200 характеризуются высокой компактностью: плотность монтажа 6 мм на канал позволяет сэкономить до 50% объема в монтажном шкафу. Внешние цепи оборудования, установленного во взрывоопасной зоне, подключаются к съемным поляризованным клеммным колодкам синего цвета с винтовыми зажимами, а цепи, подключающие оборудование безопасной зоны, соединяются с клеммами серого цвета (рис. 1). Для обеспечения доступа к конфигурационным компонентам некоторые модули оснащены съемной крышкой (рис. 2).

Предлагаются одноканальные и двухканальные модули (шири-

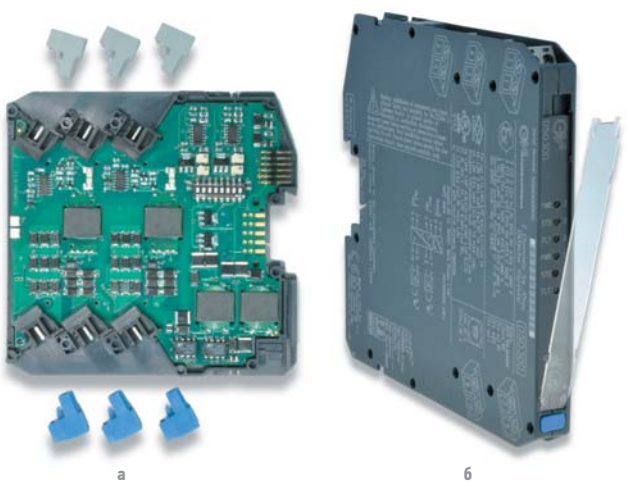


РИС. 1. ◄ а) барьер искрозащиты серии D5000 со снятой крышкой: соединитель синего цвета для подключения цепей взрывоопасной зоны, соединители серого цвета для подключения цепей безопасной зоны; б) внешний вид барьера искрозащиты серии D5000 спереди

РИС. 2. ◄ Съемная крышка обеспечивает доступ к конфигурационным компонентам

на корпуса 12 мм) для установки на DIN-рейку (рис. 3) и монтажную плату (рис. 4). Монтажные платы выпускаются для установки 8/16 модулей серии D5000 и D5200 с шириной корпуса 12/22 мм, которые могут быть одноканальными и двухканальными. На платы можно установить модули ввода/вывода аналоговых сигналов, двухканальные многофункциональные преобразователи сигналов датчиков температуры, а также одноканальные преобразователи дискретных сигналов и реле безопасности. Контактные соединители источников питания могут быть отключены от платы без отключения питания от других плат, соединенных последовательно. Доступны платы с заказными соединителями для многих систем ПЛК и распределенных систем управления (HIMA, Invensys Foxboro, Invensys Triconex, Yokogawa Prosafe & Centum, Honeywell, S.E.I, ABB S800, ICS Triplex TMR).

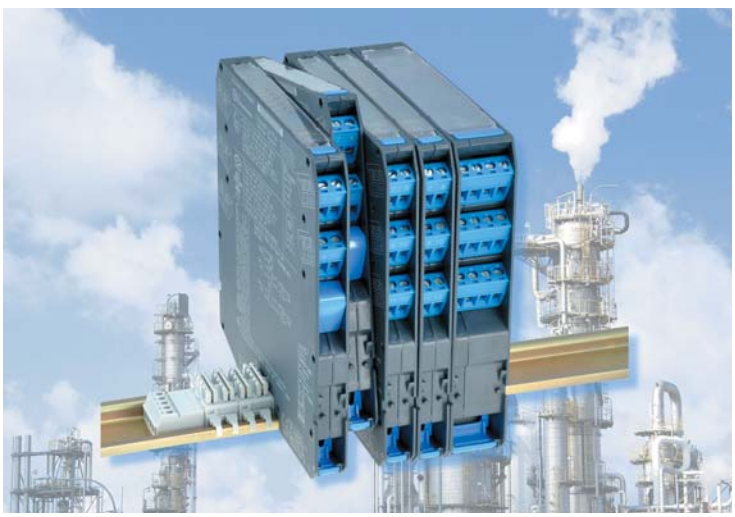


РИС. 3. ► Модули серии D5000/5200, установленные на DIN-рейке

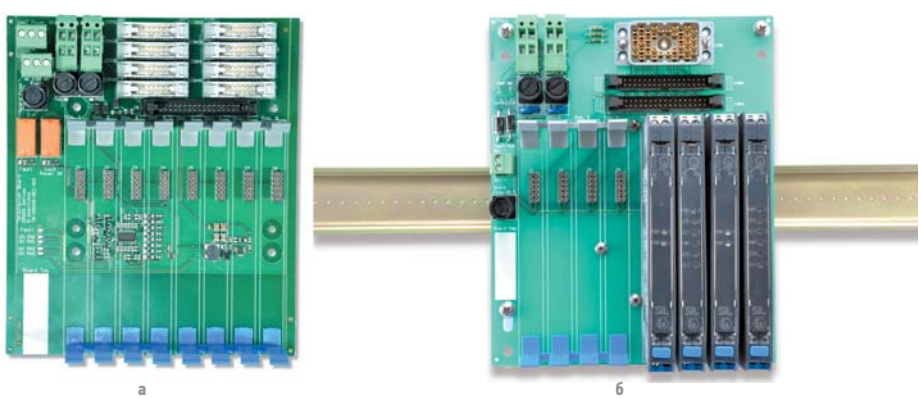


РИС. 4. ▲ Монтажная плата для установки модулей серии D5000: а) внешний вид монтажной платы TB-D5008-SEI-001 для установки восьми модулей серии D5000; б) внешний вид монтажной платы со специальными соединителями и установленными барьерами искрозащиты

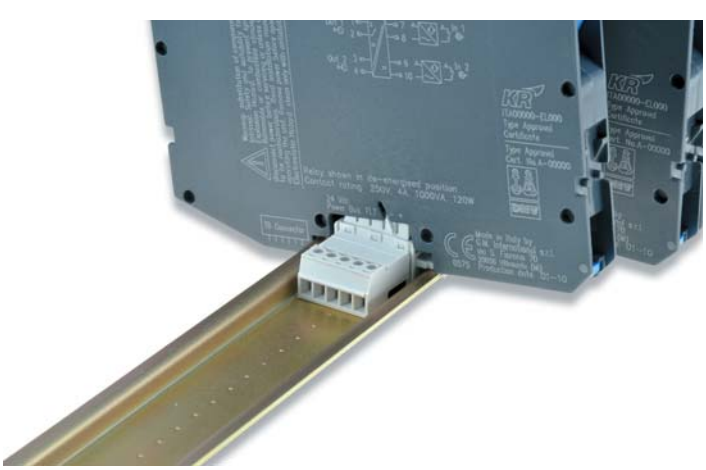


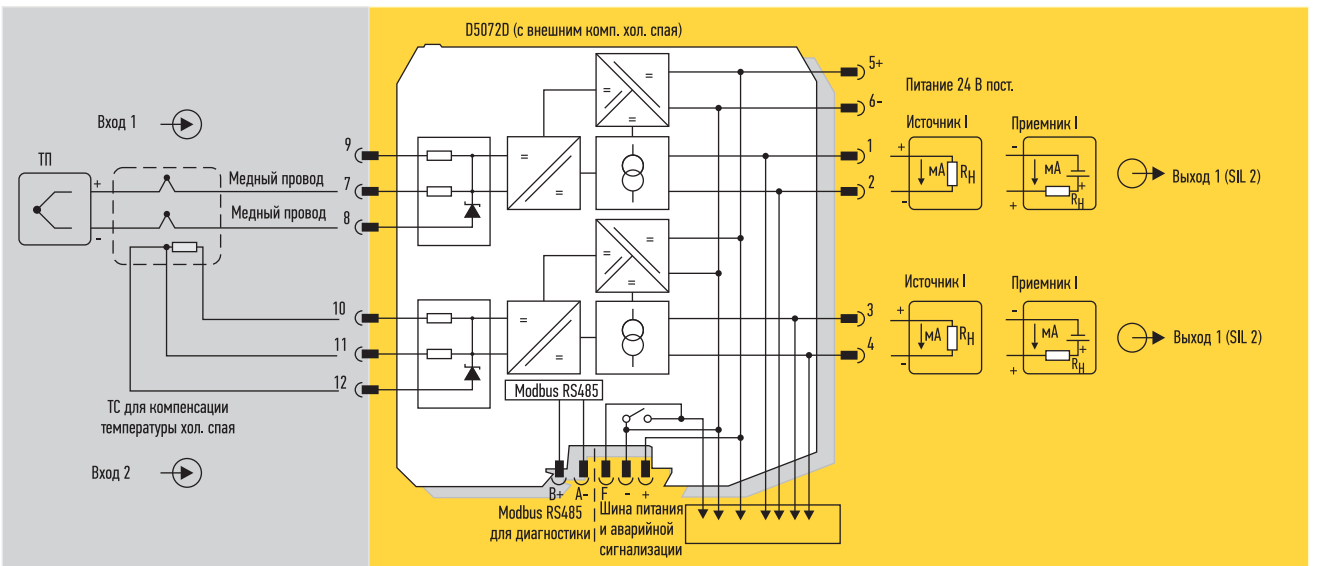
РИС. 5. ► Монтаж модуля серии D5000 с шиной Power Bus — расширение функциональности системы

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ D5XXXS/D

Для D5000/5200 также доступны платы 8/16 с возможностью установки двух дополнительных модулей (D5001S), которые обеспечивают отдельные релейные выходы сигналов неисправности при отказе источника питания, разрыве или коротком замыкании линий ввода/вывода. Два модуля D5001S могут быть включены параллельно для создания дублированной архитектуры 1oo2, что повышает коэффициент готовности по обнаружению отказов.

При монтаже модуля на стандартной DIN-рейке с шиной Power Bus (рис. 5) напряжение питания 24 В передается к модулям через систему Power Bus, что позволяет значительно сократить кабельную разводку, а также всегда возможно снять модули без отключения соединителя шины. Общая индикация аварийного сигнала отказа обеспечивается при подключении к силовой шине. Этот сигнал может поступать на общий модуль D5001S, который формирует однополюсный релейный сигнал на одно направление (SPST) при общих отказах и для индикации состояния уровня напряжения питания (напряжение находится в рабочем диапазоне). D5002S способен функционировать в качестве резервированного модуля напряжения с общим током в системе 4 А.

Модули для работы с аналоговыми сигналами обеспечивают высокую точность и повторяемость передачи сигнала. Современная компоновка схемы обеспечивает низкое значение рассеиваемого тепла, что гарантирует нормальный тепловой режим работы, несмотря на высокую плотность монтажа и функциональность. Отказ от применения электролитических конденсаторов гарантирует срок службы более 20 лет.



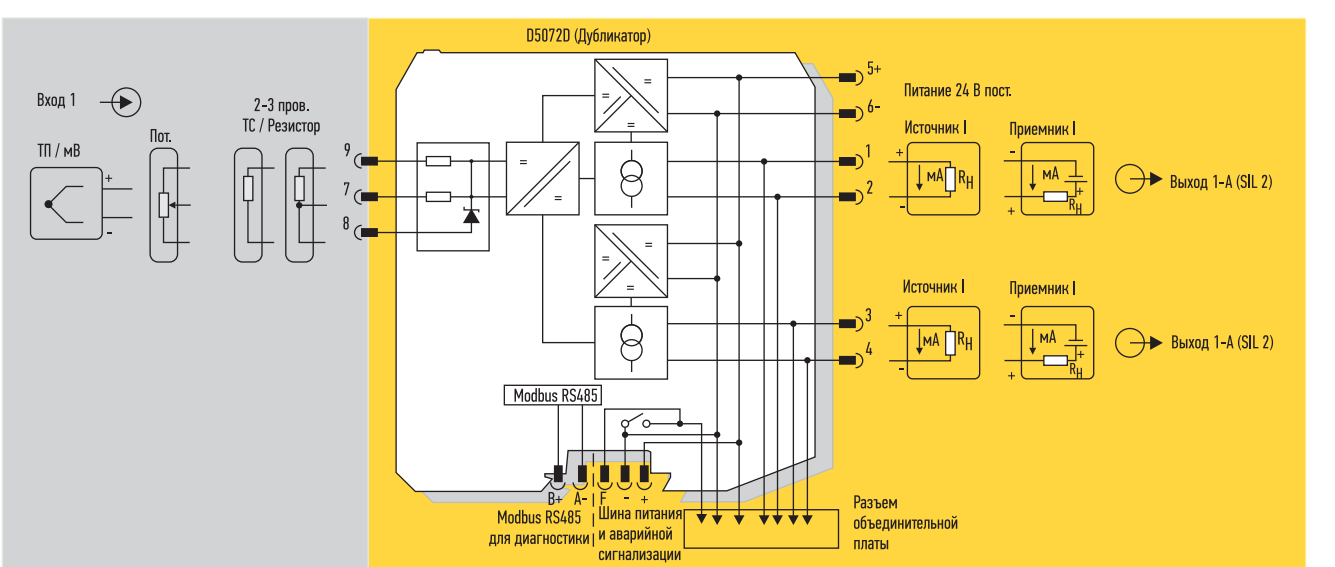
Диапазон рабочих температур модулей –40...+60 (+70) °С. Барьеры искрозащиты серий D5000/D5200 могут устанавливаться в безопасной и во взрывоопасной зоне класса 2, в этом случае они должны размещаться в оболочках со степенью защиты не менее IP54.

В современных системах управления технологическими процессами используется широкий диапазон температур, которые необходимо измерять, чтобы поддерживать стабильность процесса. Для измерения температуры применяются следующие группы первичных измерительных устройств: термоэлектрические преобразователи различных типов и термометры сопротивления, а также полупроводниковые измерительные преобразователи. Для преобразования сигналов термопреобразователей сопротивления, преобразователей термоэлектрических предназначены модули барьеров искрозащиты D5072S, D5072D и D5273S. Модули способны принимать сигналы от термоэлектрических преобразователей (термопар), термометров сопротивления (подключение по трех- или четырехпроводной схеме), потенциометров и источников сигналов мВ диапазона. Выходной сигнал для оборудования, установленного во взрывобезопасной зоне, преобразуется в токовый сигнал 4–20 мА. Модуль D5072S оснащен релейным выходом, который настраивается на заданное значение параметра, а модуль D5072D обеспечивает передачу сигнала 4–20 мА по двум отдельным каналам (дупликатор). Одноканальный модуль D5273S имеет два независимых канала отключающих усилителей с однополюсными релейными выходами на два направления.

Высокая точность в барьерах искрозащиты D5072S/D достигается за счет высокоточного,

РИС. 6. ▲ Функциональная схема подключения многофункционального преобразователя D5072D сигналов датчиков температуры с внешним компенсатором термоЭДС свободных концов термопреобразователя холодного спая

РИС. 7. ▼ Функциональная схема подключения преобразователя D5072D в режиме дубликатора: дублирование на двух независимых выходах одного входного сигнала



управляемого микропроцессором АЦП и компенсации термоЭДС свободных концов термопреобразователя. Причем для компенсации температуры холодного спая термопары могут применяться несколько режимов:

- автоматический режим с использованием внутреннего датчика температуры;
- фиксированная компенсация — значение температуры задается пользователем;
- дистанционный (только для D5072D) — компенсирующий термометр сопротивления подключается ко входу одного из двух каналов (рис. 6).

В соответствии с сертификатом № РОСС IT.ME92.B03004 барьеры искрозащиты D5072S, D5072D и D5273S соответствуют требованиям нормативных документов [8, 10–12] и имеют маркировку взрывозащиты 2Ex nA [ia Ga] IIC T4 Ge X (модули D5072S, D5072D); модуль D5273S имеет маркировку 2Ex nC [ia Ga] IIC T4 Ge X. Модули имеют уровень взрывозащиты повышенной надежности против взрыва; вид взрывозащиты *n* и *ia*, электрооборудование подгруппы IIC; электрооборудование температурного класса T4; модули являются связанным электрооборудованием, неискрящим электрооборудованием с защитой вида *n*. Барьеры искрозащиты могут принимать сигналы из взрывоопасной зоны класса 0 (20).

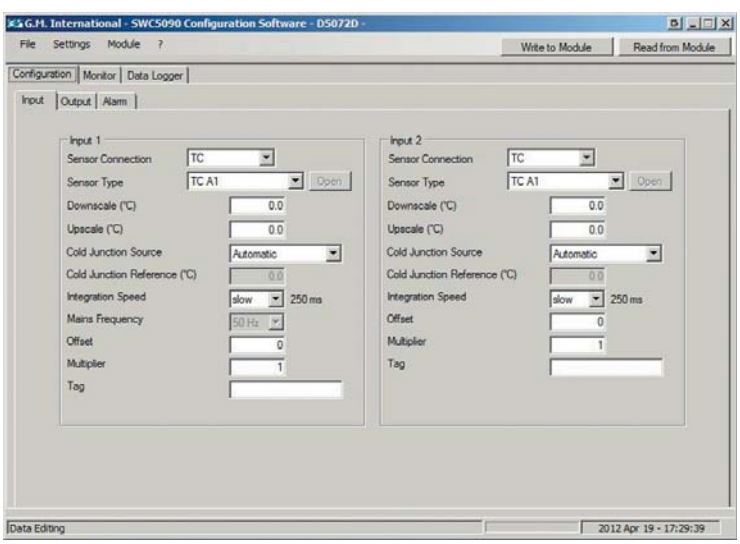


РИС. 8. ► Конфигурационный экран модуля D5072D: конфигурирование входных параметров

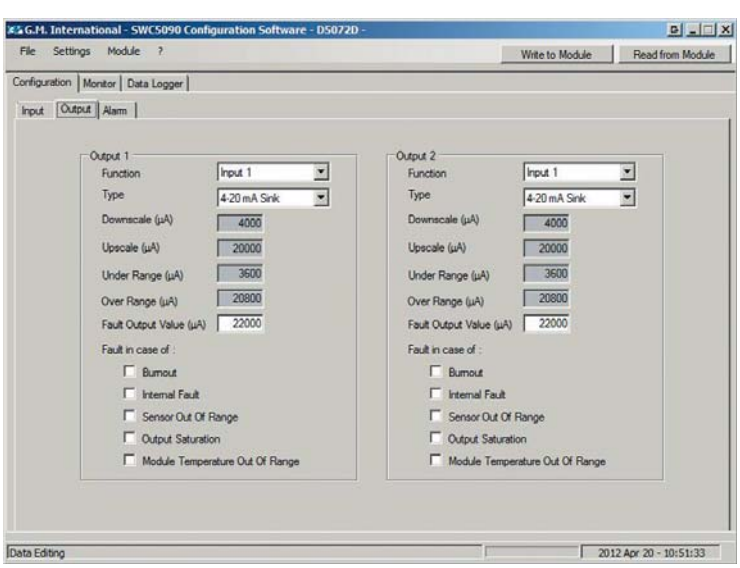


РИС. 9. ► Конфигурационный экран ПО SWC5090 для модуля D5072D: конфигурирование выходов

D5072D имеют следующие дополнительные функции:

- дублирование на двух независимых выходах одного входного сигнала (рис. 7);
- сложение (вход A+вход B), вычитание (вход A–вход B);
- селектирование сигналов выше/ниже заданного порога.

Модули барьеров искрозащиты D5072S/D и D5273S оснащены аварийной сигнализацией. Обнаруживаются следующие неисправности:

- обрыв датчика (когда вход отключен);
- выход сигнала датчика за заданный диапазон;
- перегрузка аналогового выхода (выход за установленные пределы);
- внутренний отказ модуля;
- выход за пределы допустимого температурного диапазона модуля (–40...+70 °C).

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ SWC5090

Рабочие параметры преобразователей сигналов датчиков температуры D5072S, D5072D и D5273S, интеллектуальных электромагнитных клапанов D5293S, D5294S, а также восьмиканального модуля для работы с датчиками дискретных сигналов D5231E конфигурируются с помощью ПК через адаптер PPC5092, подключаемый к USB-порту ПК, и программного обеспечения SWC5090 (доступно бесплатно на сайте компании G.M. International). Измеренные значения и диагностические аварийные сигналы могут считываться как через последовательную линию, используемую для конфигурации, так и через выходную линию RS-485, поддерживающую протокол ModBus.

Программное обеспечение SWC5090 позволяет также осуществлять текущий контроль и записывать значения измеряемых параметров. На рис. 8–10 приведены моментальные снимки конфигурационных экранов (скриншоты) при конфигурировании рабочих параметров для барьера искрозащиты D5072D. Конфигурационное программное обеспечение SWC5090 обеспечивает для модулей серии D5000 пользовательский интерфейс через ПК, который позволяет:

- считывать и записывать конфигурацию параметров с модуля и в модуль (через порт COM);
- восстанавливать данные с локального жесткого диска для резервного копирования или выгружать их на диск;
- осуществлять текущий контроль входных значений параметров;
- записывать сеансы текущего контроля и сохранять данные в архиве.

Программное обеспечение позволяет задать следующие входные параметры многофункциональных преобразователей сигналов датчиков температуры D5072D:

- Выбрать подключение датчиков и сигналов из следующего ряда: термопара, термометр сопротивления, потенциометр, уровень напряжения, сопротивление.
- Выбрать тип датчиков из ряда: источник уровня напряжения мВ или термопары различных типов; двух-, трех-, четырехпроводные термометры сопротивления; трехпроводной потенциометрический датчик (от 100 Ом до 10 кОм).
- Выбрать двух-, трех, четырехпроводное подключение термометра сопротивления/резистора. Вход для четырехпроводных термометров сопротивления имеется только у модуля D5072S. Предусмотрена также возможность конфигурирования датчиков пользователя (термопары или термометры сопротивления).
- Определить значение измеряемой переменной, соответствующее нижнему значению выходного сигнала (Lowscale).
- Задать значение измеряемой переменной, соответствующее верхнему значению выходного сигнала.
- Режимы компенсации термоЭДС свободных концов термопары:
  - automatic (автоматическая): с помощью внутреннего компенсатора (1 на каждый канал);
  - fixed (фиксированная): программируемая фиксированная температура;
  - other input (другой вход): дистанционная компенсация с помощью термометра сопротивления на втором канале (только для D5072D) (рис. 6).

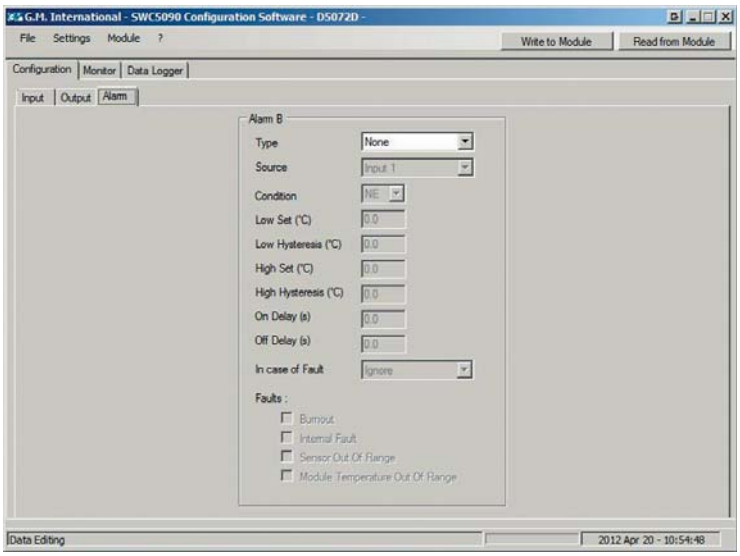


РИС. 10. ◄ Конфигурационный экран ПО SWC5090 для модуля D5072D: конфигурирование аварийной сигнализации

Фиксированное значение температуры, используемое в качестве опорной при компенсации (только для режима фиксированной компенсации), — –60...+100 °C.

Время усреднения может задаваться в диапазоне 50–500 мс в зависимости от датчика и выбранного режима. Программируемый выходной сигнал от 0/4 до 20 мА, на нагрузке до 300 Ом в режиме источника тока, ток ограничен 24 мА. Программно задаются направления передачи входного сигнала на выходные каналы. Программно устанавливаются режимы аварийной сигнализации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение барьеров искрозащиты серий D5000/5200 с гальваническим разделением между искробезопасными и искроопасными цепями в системах автоматизации позволяет обеспечить безопасность эксплуатации электрооборудования на опасных производствах в сложных условиях эксплуатации.

D5000/5200 послужили основой для создания модулей нормализаторов сигналов серии D6000 в общепромышленном применении, которая состоит в настоящее время из 17 моделей. Просто были удалены компоненты, обеспечивающие ограничение напряжения и тока в выходных цепях барьеров искрозащиты: стабилитроны, диоды и резисторы. Но, впрочем, это уже совсем другая история... ⬢

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ландрини Г. Интегральные уровни безопасности в соответствии со стандартами МЭК 61508 и 61511 и анализ их связи с техническим обслуживанием // Современные технологии автоматизации. 2009. № 1.
2. Федоров Ю. Н. Основы построения АСУ ТП взрывоопасных производств. Серия «Автоматизация технологических процессов». Т. 1. Методология. Т. 2. Проектирование. М.: СИНТЕГ. 2006.
3. Ландрини Г. Критерии выбора компонентов с уровнем SIL3 для РСУ и систем ПАЗ в соответствии со стандартами МЭК. Часть 1 // Современные технологии автоматизации. 2009. № 3.
4. Ландрини Г. Критерии выбора компонентов с уровнем SIL3 для РСУ и систем ПАЗ в соответствии со стандартами МЭК. Часть 2 // Современные технологии автоматизации. 2009. № 4.
5. Ландрини Г. Критерии выбора компонентов с уровнем SIL3 для РСУ и систем ПАЗ в соответствии со стандартами МЭК. Часть 3 // Современные технологии автоматизации. 2010. № 1.
6. ГОСТ Р 51330.10-99 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть11. Искробезопасная электрическая цепь «i». http://vsegost.com/Catalog/27/27519.shtml
7. ГОСТ Р 51330.14-99 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 15. Защита вида «п». http://vsegost.com/Catalog/87/8784.shtml
8. ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности». http://vsegost.com/Catalog/82/8203.shtml
9. ГОСТ Р 51330.0-99 «Электрооборудование взрывозащищенное». http://vsegost.com/Catalog/27/27556.shtml
10. ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011«Взрывоопасные среды». http://vsegost.com/Catalog/51/51307.shtml
11. ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010 «Взрывоопасные среды. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь «i». http://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=-1&page=0&month=-1&year=-1&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=169855
12. ГОСТ Р МЭК 60079-15-2010 «Взрывоопасные среды. Часть 15. Оборудование с видом взрывозащиты «п». http://vsegost.com/Catalog/50/50754.shtml