

Взрывоопасные зоны, сравнение видов взрывозащиты

Виктор Жданкин

Публикация статей, посвященных проблемам обеспечения безопасности сбора информации во взрывоопасных зонах и существующим видам взрывозащиты электрооборудования, вызвала множество положительных откликов, критических замечаний, а также целый ряд вопросов. Представляемая статья отвечает на некоторые из этих вопросов и расставляет акценты в части сравнения различных видов взрывозащиты электрооборудования.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ

Технологические процессы с возможной опасностью возникновения взрыва или пожара в таких, например, отраслях, как нефте- или газодобывающая, нефтехимическая, химическая, фармацевтическая и т.д., требуют определения заводских опасных зон с возможным наличием огнеопасных смесей. Понятие «взрывоопасная зона» в «Правилах устройств электроустановок» трактуется следующим образом: взрывоопасная зона — это помещение или ограниченное пространство в помещении и наружной обстановке, в которых имеются или могут образовываться взрывоопасные смеси. В этих зонах для обеспечения безопасной эксплуатации электрооборудования и электротехнических установок должны применяться соответствующие виды взрывозащиты.

Критерии для классификации зон

Набор критериев для классификации взрывоопасных зон базируется на вероятности и продолжительности присутствия огнеопасных смесей, а также концентрации и типе огнеопасных веществ (газ, пар, жидкость, пыль) в совокупности с такими физическими параметрами, как температура вспышки, температура самовоспламенения и минимальная электрическая энергия поджигания.

Международная Электротехническая Комиссия (МЭК, МЭК 79-10 Classification of Hazardous Areas) и Европейское сообщество (Committee for Electrotechnical Standardization, CENELEC, EN 60079-10 Classification of Hazardous Areas) рассматривают в своих стандартах три основных вида взрывоопасных зон размещения оборудования (в России согласно «Правилам устройства электроустановок» взрывоопасные зоны подразделяются на классы [1]).

- Зоны 0 (зоны класса В-I) — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) в таком количестве и обладающие такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т.д.;
- Зоны 1 (зоны класса В-Ia) — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей;
- Зоны 2 (зоны класса В-Iб, зоны класса В-Iг) — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нор-

мальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей. Стандартом EN 1127-1 «Machine safety/fire and explosion protection» Part 1: Explosion protection для смесей воздуха с мелкодисперсионными твердыми горючими веществами установлены следующие взрывоопасные зоны:

- Зоны 20 — зоны, расположенные в помещениях, в которых длительный срок, часто или постоянно присутствует взрывоопасная газообразная атмосфера в форме облака пыли и в которых пыль может накапливаться и образовывать слой неопределимой или чрезмерной толщины. Отдельные отложения пыли не образуют Зону 20;
- Зоны 21 (зоны класса В-II) — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и обладающие такими свойствами, что они способны образовать взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов);

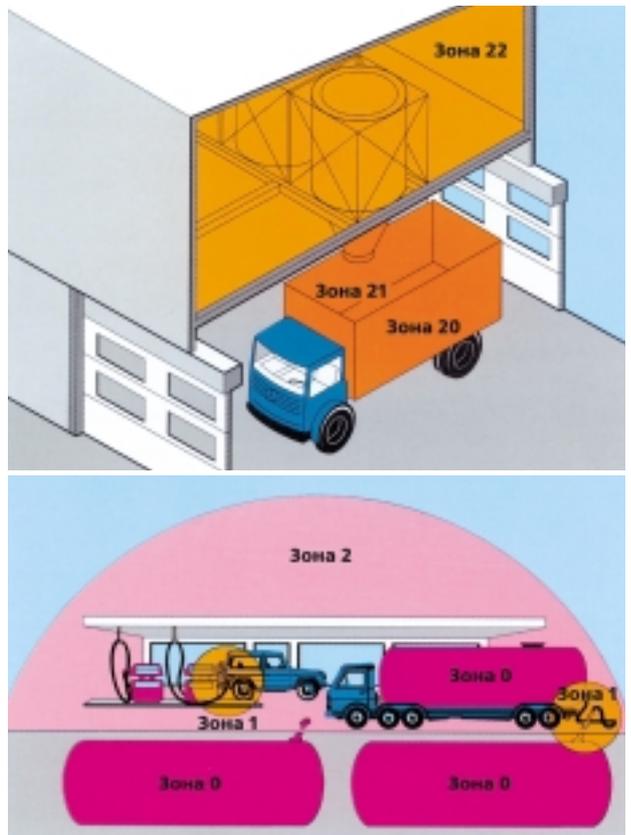


Рис. 1. Зоны, подверженные опасности в результате воспламенения газов, паров или смесей

● Зоны 22 (зоны класса В-IIa) — зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, указанные для зон класса В-II, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей (рис. 1).

Естественно, что Зона 0 (зоны класса В-I) представляет собой более высокую степень опасности, чем Зона 1 (зоны класса В-Ia) и соответственно Зона 2 (зоны класса В-Iб, Iг).

Участки с опасностью ниже, чем в Зоне 2, считаются неопасными, поэтому здесь могут быть применены обыкновенные правила по установке и эксплуатации электрооборудования.

Во взрывоопасных зонах классов В-II и В-IIa рекомендуется применять электрооборудование, специально предназначенное для работы во взрывоопасных смесях горючих волокон или пыли с воздухом. Допускается применять во взрывоопасных зонах класса В-II взрывозащищенное электрооборудование, предназначенное для работы в средах с газопаровоздушными смесями, а в зонах класса В-IIa — электрооборудование общего назначения (без средств взрывозащиты), но имеющее соответствующую защиту оболочки от проникновения пыли (ГОСТ 14254-80 «Изделия электротехнические оболочки. Степени защиты. Обозначения. Методы испытаний»).

Действующие принципы основных видов взрывозащиты

Рассмотрим кратко наиболее распространенные виды взрывозащиты: заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением, защита вида «е» (повышенная надежность) и искробезопасная электрическая цепь.

По ГОСТ 12.2.020-76 «Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка» маркировка взрывозащищенного электрооборудования должна содержать знак Ex, указывающий, что электрооборудование соответствует указанному стандарту и стандартам на виды взрывозащиты; знаки видов взрывозащиты также регламентированы стандартом:

- d — взрывонепроницаемая оболочка;
- ia, ib, ic — искробезопасная электрическая цепь (ИБЦ);
- e — защита вида «е» (повышенная надежность);
- o — масляное заполнение оболочки;

p — заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением;

q — кварцевое заполнение оболочки;

s — специальный вид взрывозащиты.

В дальнейшем для краткости виды взрывозащиты будут обозначаться соответствующими знаками маркировки. Виды взрывозащиты Ex p, Ex s, Ex q, Ex o применяются преимущественно для производственного оборудования и электротехнических устройств в сочетании с другими видами взрывозащиты.

С описанием различных видов взрывозащиты, существующих зарубежных и отечественных стандартов и обсуждением некоторых аспектов взрывобезопасности можно ознакомиться в [2], [3].

Вид взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» (Ex d)

Вид взрывозащиты Ex d — это метод, в котором электротехническое оборудование помещается в прочную оболочку, способную выдержать внутренний взрыв без деформирования, а плоская фланцевая крышка или крышка с резьбовыми отверстиями по контуру с тщательно регулируемые воздушными зазорами обеспечивают волне, образованной во время вспышки, выход во внешнюю атмосферу.

Тщательно регулируемый воздушный зазор гасит волны выхлопных газов. Совместное действие двух процессов: распространение газов с высокой скоростью и теплообмен со стенами щелей оболочки — приводит в результате к потере энергии выхлопных газов до уровня, при котором становится невозможным воспламенение огнеопасной смеси во внешней окружающей среде.

Все электрические подключения по этому виду взрывозащиты проходят через прочные взрывонепроницаемые стальные трубы или кабельные трубопроводы и тщательно герметизированы в местах ввода в оболочку.

Этот метод применяется для соединительных коробок, осветительных электроустановок, коммутационной аппаратуры и электротехнического оборудования.

Защита вида «е» (повышенная надежность)

Вид взрывозащиты Ex e — это способ, заключающийся в том, что в электрооборудовании или его части, не имеющих нормально искрящихся частей, принят ряд мер дополнительно к используемым в электрооборудовании

общего назначения, затрудняющих появление опасных нагревов, электрических искр и дуг, которые способны воспламенить взрывоопасные смеси.

Так, например, чтобы взрывозащищенное электрооборудование с видом взрывозащиты «Заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением», изготавливаемое по ГОСТ 22782.4-78, могло соответствовать уровню «Повышенная надежность против взрыва», достаточно в электрооборудовании предусмотреть блокировку, отключающую его от всех электрических цепей при падении давления в оболочке ниже допустимого.

Этот вид взрывозащиты преимущественно применяется для электротехнических соединительных коробок, осветительного электрооборудования, а также в бесыскровых электрических моторах (например, в асинхронных двигателях типа «белочье колесо» или синхронных шаговых и бесколлекторных двигателях).

Искробезопасная электрическая цепь (Ex i)

Вид взрывозащиты Ex i основан на принципе ограничения предельной энергии, накапливаемой или выделяемой электрической цепью в аварийном режиме, или рассеивания мощности до уровня значительно ниже минимальной энергии или температуры воспламенения.

Допустимые уровни энергии в искробезопасной электрической цепи простираются от 20 до 180 мкДж (максимальное напряжение разомкнутой электрической цепи 30 В, значение тока короткого замыкания 100 мА, допустимая мощность 0,45 Вт).

Существуют три уровня взрывозащиты Ex i: Ex ia — особовзрывобезопасный, Ex ib — взрывобезопасный, Ex ic — повышенная надежность против взрыва.

Ex ia предполагает сохранение условий безопасности даже в случае одновременных и независимых повреждений, поэтому этот уровень взрывозащиты обеспечивает наибольшую безопасность и применим для Зоны 0, Зоны 1 и Зоны 2.

Ex ib допускает только одно повреждение и поэтому применим только для Зоны 1 и Зоны 2.

Ограничение энергии искробезопасных электрических цепей производится, в основном, искробезопасными электрическими цепями связанного электрооборудования (блоками искрозащиты на стабилизаторах — БИС, 67

другое наименование — барьеры безопасности на шунтирующих диодах Зенера), которые при нормальном или аварийном режиме работы не отделены гальванически от ИБЦ.

В большинстве случаев связанное электрооборудование размещается в безопасной зоне и защищено в местах установки искробезопасными электрическими цепями. Это оборудование ограничивает максимальное напряжение и ток, протекающий через искробезопасные электрические цепи даже в случае аварии. Защита может быть выполнена с применением БИС или гальванически изолированных средств сопряжения — развязывающих устройств (преобразователей сигналов с универсальным входом, повторителей аналоговых сигналов, формирователей аналоговых выходных сигналов, устройств управления интеллектуальных электропневматических преобразователей, повторителей состояний переключателей и др.). В БИС применяются защищенные плавкими предохранителями стабилитроны для ограничения максимального напряжения шунтированием аварийного тока на землю. Последовательно с предохранителями включены ограничительные

резисторы, лимитирующие ток до максимально допустимого для искробезопасных цепей значения.

Этот вид защиты требует отдельной точки заземления с низким значением сопротивления (изопотенциальная земля безопасности), с которой должны сопрягаться все защитные цепи.

Почти все стандарты по установке электрооборудования требуют, чтобы суммарное значение сопротивления от наиболее удаленного БИС до центральной шины аварийной защиты не превышало 1 Ом. Это позволяет ограничивать кратковременные перенапряжения в искробезопасных электрических цепях, вызванные аварийными бросками тока в контуре сопротивления заземления.

Особенность такого изопотенциального заземления — соединение с землей должно выполняться в одной точке. Требуется надежная изоляция от земли всех прочих искробезопасных электрических цепей, чтобы препятствовать образованию опасных и неконтролируемых утечек контурных токов заземления во взрывоопасные участки.

Развязывающие устройства, в дополнение к ограничивающим напря-

жение стабилитронам, обеспечивают надежную электрическую изоляцию между искробезопасными электрическими цепями и неискробезопасными цепями посредством традиционных трансформаторов, оптопар, реле.

Обеспечение электроизоляции между двумя контурами в развязывающих устройствах не требует введения отдельной системы заземления для системы аварийной защиты и позволяет применять изолированные или заземленные искробезопасные цепи независимо.

ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ ВИДОВ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ

Гибкость применения

Каждый вид взрывозащиты подразумевает применение для конкретных опасных участков или установок. Методы с высоким значением коэффициентов безопасности (например Ex i) применимы для участков с повышенной опасностью (например Зона 0 или Зона 1) и являются безопасными с запасом в зонах с пониженной опасностью, поэтому они считаются более гибкими.

Простые виды защиты от аварий за-
полнением применимы только для

Таблица 1. Стандарты на конкретные виды взрывозащиты и области применения

Маркировка	Вид взрывозащиты		Области применения
	Европейский стандарт (CENELEC)/ Международный стандарт (IEC)/Стандарт РФ	Определение	
Ex o	EN 50 .015/IEC 79-6/ ГОСТ 22782.1-77	Масляное заполнение оболочки Оболочка заполняется маслом или жидким негорючим диэлектриком	Зона 1, Зона 2
Ex p	EN 50 .016/IEC 79-2/ ГОСТ 22782.4-78	Заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением Продувка осуществляется чистым воздухом или инертным газом	Зона 1, Зона 2
Ex q	EN 50 .017/IEC 79-5/ ГОСТ 22782.2-77	Кварцевое заполнение оболочки	Зона 1, Зона 2
Ex d	EN 50 .018/IEC 79-1-71/ ГОСТ 22782.6-81	Взрывонепроницаемая оболочка Оболочка, выдерживающая давление взрыва внутри неё и предотвращающая распространение взрыва из оболочки в окружающую взрывоопасную среду	Зона 1, Зона 2
Ex e	EN 50 .019/IEC 79-7/ ГОСТ 22782.7-81	Защита вида «е» Вид взрывозащиты электрооборудования (электротехнического устройства), заключающийся в том, что в электрооборудовании (или его части), не имеющем нормально искрящихся частей, принят ряд мер дополнительно к используемым в электрооборудовании общего назначения, затрудняющих появление опасных нагревов, электрических искр и дуг	Зона 1, Зона 2
Ex i	EN 50 .020, EN 50.039/ IEC 79-3, IEC 79-11/ ГОСТ 22782.5-78	Искробезопасная электрическая цепь Электрическая цепь, выполненная так, что электрический разряд или её нагрев не может воспламенить взрывоопасную среду при предписанных условиях испытания	Зона 1, Зона 2 Зона 0 — после проведения специальных испытаний
Ex m	EN 50 .028/IEC 79-18	Заполнение веществом (заполнителем) дополнительной оболочки, в которой размещено электрооборудование Заполнитель не должен иметь трещин, пузырьков, отслаиваться, высыпаться, растрескиваться с течением времени и терять своих свойств во время эксплуатации. Этот вид приблизительно соответствует специальному виду взрывозащиты электрооборудования (электротехнического устройства) Ex s ГОСТ 22782.3-77	Зона 1, Зона 2

опасных участков с пониженной степенью риска и являются в меньшей степени гибкими, особенно если имеется многоцелевой периодический процесс или предвидится расширение/модификация производства с переклассификацией зон.

Ex d допускает существенные количества электрической энергии в электрооборудовании и, следовательно, может быть широко применим, практически без ограничений мощности.

Ex i, напротив, допускает крайне низкие уровни энергии и, следовательно, применим только в контрольно-измерительной аппаратуре и оборудовании управления технологическими процессами с некоторым ограничением энергии. К счастью, полупроводниковая технология обеспечивает чрезвычайно высокую степень рабочих характеристик и вычислительных мощностей с минимальным значением потребляемой энергии.

Во всемирной практике существует минимальный уровень согласованности в отношении того, какой вид взрывозащиты является применимым для конкретной опасной зоны. Более высокая степень единообразия существует внутри Европейского сообщества и

в странах, ориентирующихся на CENELEC.

Большинство развитых в промышленном отношении стран имеют собственные государственные регламентирующие организации и стандарты, официально устанавливающие виды взрывозащиты и их применимость в конкретных опасных зонах. В Европе такими признанными ведомствами являются BASEEFA, SCS (Великобритания), BVS, DMT, PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Германия), CESI (Италия), DEMKO (Дания), INERIS, LCIE (Франция), ISSEP (Бельгия), KEMA (Нидерланды), LOM (Испания). Аналогичное ведомство на Украине – ИСЦ ВЭ (Испытательный сертификационный центр взрывозащищенного и рудничного электрооборудования).

В соответствии с Межправительственными соглашениями о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации от 13.03.1992 г., о принципах проведения и взаимном признании работ по сертификации от 25.06.1992 г. и согласно установленному порядку признания результатов работ по сертификации от 20.10.1993 г., сертификаты

ИСЦ ВЭ действительны для всех стран СНГ.

В США наиболее известными являются следующие испытательные центры: UL (Underwriters Laboratories, Inc.), FMRC (Factory Mutual Research Corporation), AGA (American Gas Assoc. Laboratories), UST/CA (United States Testing Company, Inc./ California Division) и др.; в Канаде – это CSA (Canadian Standards Association), в Австралии – QAS, LOCS.

В России на базе Национального научного центра горного производства – Институт горного дела имени А.А. Скочинского (ННЦ ГП-ИГД им. А.А. Скочинского) создан Центр по сертификации взрывозащищенного и рудничного электрооборудования (ЦС ВЭ ИГД), который является ведущим по вопросам сертификации для Министерства топлива и энергетики РФ.

ЦС ВЭ ИГД аккредитован Госстандартом России, Госгортехнадзором России, Главгосэнергонадзором России и Российским Морским Регистром Судоходства. Центр имеет опыт сертификации как отечественного, так и импортного взрывозащищенного электрооборудования и установил рабочие контакты со многими ведущими зарубежными испытательными центрами.

Сертификацией электрооборудования также занимается Испытательная лаборатория взрывозащищенных средств измерений, контроля и элементов автоматики (ИЛ ВСИ) ВНИИФТРИ.

Российские стандарты на конкретные виды взрывозащиты и их европейские аналоги, а также допустимые зоны применения каждого вида взрывозащиты представлены в таблице 1.

Дополнительно можно заметить, что ГОСТ 22782.0-81 «Электрооборудование взрывозащищенное. Общие технические требования и методы испытаний», устанавливающий технические требования и методы испытаний по обеспечению взрывозащиты, общие для электрооборудования со всеми видами взрывозащиты, аналогичен Европейскому стандарту EN 50.014 General Requirements.

ГОСТ 12.1.011-78 «Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний», устанавливающий классификацию взрывоопасных смесей по категориям и группам и методы определения параметров взрывоопасности, используемых при классификации смесей, полностью соответствует стандартам IEC 79-1A Construction and Test of Flame-proof Enclosures of Electrical Apparatus, IEC 79-4 Method of Test for Ignition Temperature.

ГОСТ 12.2.021-76 «Электрооборудование взрывозащищенное. Порядок согласования технической документации, проведения испытаний, выдачи заключений и свидетельств», устанавливающий порядок рассмотрения и согласования технической документации на взрывозащищенное электрооборудование, испытания электрооборудования на взрывозащищенность, оформления заключений и свидетельств, внесения изменений в согласованную документацию, соответствующие требованиям IEC 79-1.

Следует иметь в виду, что указанные российские стандарты, распространяющиеся на взрывозащищенное электрооборудование (электротехнические устройства) и электрические средства автоматизации и связи, действуют до 31 декабря 2000 г. С января 2001 года будут введены в действие стандарты, подготовленные методом прямого применения соответствующих стандартов IEC.

Характеристика безопасности

Каждый общепризнанный вид взрывозащиты обеспечивает безопасность в

соответствующей опасной зоне в тех случаях, когда правильно выполнен и обслуживается, соответствует требованиям безопасности и признан безопасным.

Как будет рассмотрено далее, некоторые виды взрывозащиты, особенно в жестких условиях эксплуатации, являются критичными к нестабильности рабочих условий и требуют, помимо функционального технического обслуживания, немало забот по поддержанию изначальных характеристик надежности.

Другие виды взрывозащиты в меньшей степени подвержены воздействию внешних факторов и поэтому требуют меньших эксплуатационных расходов по поддержанию уровня безопасности или почти не требуют технического обслуживания.

Розничная цена оборудования

Каждый вид взрывозащиты характеризуется различными видами основного оборудования и вспомогательного оборудования (если оно требуется) и, следовательно, разной стоимостью.

Ex e — по сути менее сложный вид взрывозащиты и в результате имеет невысокую стоимость, Ex i по стоимости занимает среднее положение, а Ex d вследствие использования громоздких прочных кожухов (оболочек) и механической подстройки их компонентов является дорогостоящим. Впрочем, все эти оценки достаточно условны, и рынок может привносить свои коррективы.

Стоимость монтажа

Сумма стоимости вспомогательного оборудования, затрат на монтаж и розничной цены оборудования является (помимо эксплуатационных и других расходов) более емким критерием, чем только розничная цена оборудования, способным помочь конечному пользователю принять решение о выборе защитного оборудования.

В этом отношении Ex e и Ex i характеризуются менее дорогостоящей установкой, чем вид Ex d.

Ex d становится более эффективным по стоимости при жестких условиях окружающей среды и необходимости капитальной механической защиты места монтажа оборудования и кабелей.

Сравнение видов взрывозащиты Ex d и Ex i

В настоящее время производители контрольно-измерительного оборудования выпускают весьма сложную ап-

паратуру, управляемую маломощным оборудованием по интерфейсу типа токовая петля 4 — 20 мА. Идентичные маломощные (4 мА) схемные решения, используемые при проектировании искробезопасных электрических цепей, способствуют расширению области их применения, обеспечивая эффективную искробезопасность электрооборудования с низкой себестоимостью.

Часто выбор между двумя наиболее распространенными видами взрывозащиты Ex d и Ex i сводится к выбору между стоимостью устанавливаемых БИС или развязывающих устройств с обычной электропроводкой в месте установки и затратами на прокладку электрических проводов в кабелепроводах для реализации Ex d.

Кроме стоимости оборудования и затрат на монтаж, следует принимать во внимание эксплуатационные расходы. ИБЦ предполагает более быстрое, безопасное, менее дорогостоящее техническое обслуживание под напряжением.

Ex d менее устойчив к ошибкам обслуживающего персонала, а уровень безопасности со временем может снижаться, если не обеспечено постоянное обслуживание оборудования. Незакрепленные или частично закрепленные крышки, механически поврежденные фланцы или резьба крышек, корродированная резьба кабельных вводов, нарушение герметичности в точках вводов кабелей, плохое качество заземления оболочек и т.д. — все эти неисправности оборудования и любое неправильно смонтированное или отремонтированное оборудование в месте установки являются источниками потенциальной опасности, которая усиливается обманчивым ощущением безопасности.

Ex i на основе ограничения энергии делает любую электрическую цепь практически неспособной к воспламенению огнеопасной смеси даже в короткозамкнутом или разомкнутом состоянии под напряжением. Это значительно упрощает и ускоряет техническое обслуживание, снижая опасность ошибок обслуживающего персонала.

Особенности Ex i позволяют иметь единственную безопасную особую зону внутри шкафа с размещенными БИС, где должно быть обеспечено надежное разделение ИБЦ и неискробезопасных электроцепей. Естественно, что значительно удобнее контролировать ограниченное место в пределах

шкафа, установленного, например, в диспетчерской, нежелезобетонную внешнюю зону размещения аппаратуры. Поэтому неудивительно, что на европейских рынках взрывобезопасных технологий Ex i используется в 90% применений контрольно-измерительного оборудования.

БИС И РАЗВЯЗЫВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Как уже было отмечено, электроцепи могут быть защищены БИС или развязывающими устройствами. БИС защищают оборудование при условии законченности конструкции и низкого сопротивления подключения к специально организованной системе заземления (изопотенциальное заземление). Эффективность их использования также зависит от надежности изоляции искробезопасной электрической цепи от земли и обеспечения заземления цепи только в одной точке. Выполнение этих условий со временем или в процессе эксплуатации может нарушаться и поэтому должно периодически контролироваться.

Контроль электрических параметров цепей заземления требует их размыкания или приводит к шунтированию (например при использовании измерительных приборов) и аннулированию защитных качеств барьера, поэтому такой контроль не может выполняться в условиях цепи, находящейся под напряжением. Такие условия и ограничения проведения технического обслуживания сходны с Ex d, но гораздо менее строгие.

В некоторых случаях следует учитывать, что правила заземления, определяемые применением БИС, в измерительных цепях могут конфликтовать с условием наличия основной опорной точки заземления в распределенных системах управления. Так как для БИС необходима только изопотенциальная система заземления, любые противоречащие требования должны разрешаться другими средствами или за счет других критериев.

Развязывающие устройства обеспечивают превосходную систему защиты, в гораздо меньшей степени подверженную влиянию качества и текущего состояния монтажа (отсутствуют требова-



Рис. 2. Запрещенный вариант обслуживания БИС или развязывающего устройства, включенного в схему

ния к присоединению заземления или изоляции от земли для обеспечения безопасности). По этой причине не требуется осуществлять периодический контроль цепей заземления. Допускается осуществление технического обслуживания под напряжением в контролируемых цепях, что значительно сокращает время обслуживания и не требует соблюдения особых мер безопасности.

Изоляция входных и выходных цепей снимает конфликт с требованиями к заземлению в распределенных системах управления и обеспечивает высокий уровень устойчивости к воздействию помех общего вида и кондуктивных помех с надёжной защитой объекта управления от аварийных импульсных напряжений.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ОПАСНОСТЕЙ

Ex d

Любая оболочка, применяемая для Ex d в местах монтажа оборудования, содержит в себе детали, которые в нормальных условиях или при аварийных режимах создают искрение или нагреваются до высокой температуры, что может привести к внутренним взрывам. Конструктивная прочность оболочек препятствует распространению этих взрывов.

Во время проведения технического обслуживания оборудования внутри кожуха Ex d электроэнергия должна быть отключена до вскрытия кожуха и не может быть включена до тех пор, пока кожух вновь не будет закрыт.

Это требование безопасности обуславливает большое время и большие затраты на проведение технического обслуживания. Если оборудование размещено в оболочках среднего или большого размера, время и затраты существенно возрастают.

В крупногабаритных оболочках для крепления тяжелых плоских фланцевых крышек используется значительное количество болтов (иногда до 32 штук), чтобы обеспечить механическую прочность. Каждый раз, когда необходимо открывать и закрывать оболочку, приходится выполнять трудоемкие операции по монтажу и демонтажу тяжелой крышки. Обращаться с крышкой следует с осторожностью, чтобы избежать повреждений и сохранить сложный профиль этой детали из мягкого литого алюминия. Эта длительная процедура, а также необходимость проверки кабелепроводов и оболочек на предмет коррозии и механического коробления и пазования на фланцевых или резьбовых поверхностях определяют более высокую стоимость технического обслуживания Ex d.

Ex e

Ex e также не дает возможности производить техническое обслуживание под напряжением, но лампы и моторы проверять гораздо проще, а оболочки в значительной степени проще открывать и закрывать, следовательно, стоимость технического обслуживания является средней.

Ex i

Электрооборудование с видом взрывозащиты ИБЦ не требует особенного содержания и технического ухода. Один раз в год следует проверять барьеры, чтобы удостовериться в надёжности соединений и системы заземления (значение сопротивления заземляющих устройств не должно превышать 1 Ом), а также в отсутствии влаги и грязи.

Ex i допускает проведение технического обслуживания под напряжением, что означает обслуживание оборудования, приведенного в действие, и наличие открытых оболочек. Это значительно сокращает трудоемкость и стоимость самого обслуживания, а также надзора и диагностики, однако требует строгого соблюдения ряда правил.

Ни в коем случае нельзя проверять барьеры омметрами или какими-либо другими измерительными приборами при включённых в схему барьерах (рис. 2). При этом происходит шунтирование барьера, и схема перестает быть электробезопасной.

Для проверки плавкого предохранителя необходимо выключить БИС из схемы и измерить его сквозное сопротивление. Если омметр фиксирует бесконечно большое сопротивление,

плавкая вставка перегорела. Предохранитель, как правило, размыкается из-за аварии в цепи, поэтому перед установкой нового барьера необходимо проверить всю цепь. После определения причины перенапряжения и её устранения БИС заменяется в определенной последовательности. Процедура предписывает отключить электропроводку от БИС в следующем порядке: прежде всего отключаются проводники от зажимов из взрывобезопасной зоны, затем — от зажимов из взрывоопасной зоны, а последними отключаются заземляющие проводники. Оголенные проводники защищаются изолирующей лентой, заменяется барьер, а потом восстанавливается электропроводка в обратной последова-

тельности. Всегда первым монтируется заземление, а отключается оно в последнюю очередь.

Соблюдение этих правил позволяет избежать многих несчастных случаев, которые, к сожалению, происходят во время проведения технического обслуживания или надзора.

Главными преимуществами искробезопасной электрической цепи являются экономия средств при установке оборудования, более надежная эксплуатация и более удобное техническое обслуживание. В сфере оснащения предприятий контрольно-измерительным оборудованием совокупность данных преимуществ приводит к доминированию средств именно этого вида взрывозащиты. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие/ А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев; Под. ред. А.С. Клюева.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 464 с.

2. Жданкин В.К. Некоторые вопросы обеспечения взрывобезопасности оборудования //Современные технологии автоматизации.- 1998.- № 2.- С. 98 –106.

3. Жданкин В.К. Вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь»//Современные технологии автоматизации.- 1999.- № 2.- С. 72 – 83.

**Жданкин В.К. – сотрудник
фирмы ПРОСОФТ
117313, Москва, а/я 81
Телефон: (095) 234-0636
Факс: (095) 234-0640
E-mail: root@prosoft.ru**