

Безопасность превыше всего

Юрий Широков

Более чем в 140 странах мира компания Pepperl+Fuchs, основанная в далёком 1945 году, представляет сегодня уникальное по своим характеристикам оборудование для автоматизации производств в условиях опасности для жизни и здоровья персонала и повышенной взрывоопасности. Это оборудование востребовано во множестве отраслей, и мы приведём несколько примеров удачных решений в сфере безопасного позиционирования, взрывозащиты и защиты от перенапряжений.

Безопасность человека — это то, на чем определённно не стоит экономить.

Надёжное позиционирование

Особая гордость отдела управления производством компонентов промышленного видения компании Pepperl+Fuchs — приборы нового поколения систем позиционирования safePXV и safePGV, поскольку разработка этих модулей стала серьёзным вызовом для команды (рис. 1). Но в итоге старания окупилась: разработчики Pepperl+Fuchs сделали возможным абсолютное позиционирование, удовлетворяющее нормам безопасности SIL 3/PL (стандарты SIL и PL описывают требования к предельно допустимой вероятности опасного отказа для функций безопасности), посредством единого датчика (рис. 2).

Безопасность всегда была важнейшей темой для операторов промышленных объектов, а особенную остроту она при-

обрела после вступления в силу в декабре 2009 года Директивы ЕС о безопасности машин и оборудования 2006/42/EG. Всякий раз, когда люди и машины соседствуют в процессе работы, любые риски для персонала должны быть сведены к минимуму; таким образом, функциональная безопасность приобретает особую важность в области автоматизации производства. Для того чтобы продукция соответствовала жёстким требованиям рынка, Pepperl+Fuchs потребовалось добавить функциональность безопасности в свои стандартные системы позиционирования.

Без сомнения, самой сложной задачей этого проекта было создание концепции и её последующее утверждение TÜV (Technischer Überwachungsverein — организации, осуществляющие технический надзор за оборудованием для обеспечения безопасности продукции). В процессе разработки пришлось произвести и протестировать бесчисленное множество прототипов, от большинства из

которых отказались после консультаций с TÜV: когда вы первый производитель, разрабатывающий и выпускающий такую систему на рынок, это является нормой. Но команда разработчиков извлекала уроки из каждой неудачи, пока в конечном итоге не преодолела препятствия и не создала совместимую с SIL 3/PL систему камер, представляющих собой единое устройство.

Как же компания Pepperl+Fuchs смогла достичь этого уровня безопасности с помощью лишь одного датчика? Ключом к успеху стало техническое решение — комбинация цветной ленты-матрицы с кодами данных и разноцветных светодиодов подсветки в считывающей головке. Кодовая лента имеет два наложенных друг на друга цветных кода данных — красный и синий. Двумерная камера соответственно оснащена кольцами светодиодов красного и синего свечения, которые позволяют новым системам абсолютного позиционирования считывать эти коды раздельно. Уникаль-



Рис. 1. Приборы нового поколения систем позиционирования

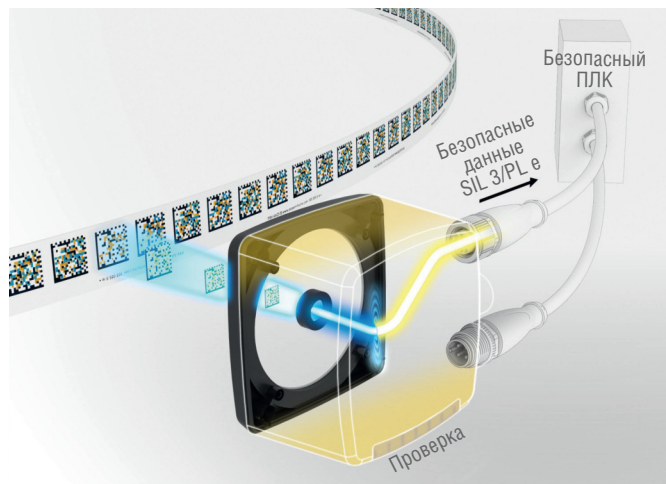


Рис. 2. Структура системы безопасного позиционирования



Рис. 3. Считывающая головка серии PXV

ная программная прошивка устройства служит центром управления системами позиционирования. Она проверяет достоверность всех данных с помощью безопасного алгоритма непосредственно в датчике и отправляет безопасные данные через интерфейс PROFINET PROFIsafe в безопасный ПЛК. Это позволяет обрабатывать данные позиционирования в соответствии с SIL 3/PL немедленно и без задействования дополнительных функциональных блоков.

Развитие технологии

Новые системы позиционирования основаны на проверенной сенсорной технологии, имеющей истоки в системе кодирования положения Pepperl+Fuchs, или сокращённо PCV (Position Coded Vision System). Представленная в 2011 году PCV произвела революцию на рынке позиционирования благодаря инновационной комбинации 2D-камеры и кодовой ленты Data Matrix. Эта технология, востребованная и сегодня, была затем усовершенствована для создания визуального контроля позиционирования, или PGV (Position Guided Vision), который используется для навигации в автоматических управляемых транспортных средствах. По сравнению со своими предшественниками системы позиционирования последнего поколения имеют большее окно считывания, которое может считывать с матрицы данных до пяти кодов одновременно. Сами коды также стали в четыре раза больше. На практике это обеспечивает многократное резервирование, поскольку расширенное окно чтения и избыточные коды матрицы данных делают систему более отказоустойчивой. Это обеспечивает надёжное позиционирование в любой момент времени, даже когда коды повреждены или загрязнены, что часто случается, например, на открытом воздухе. Эта техно-

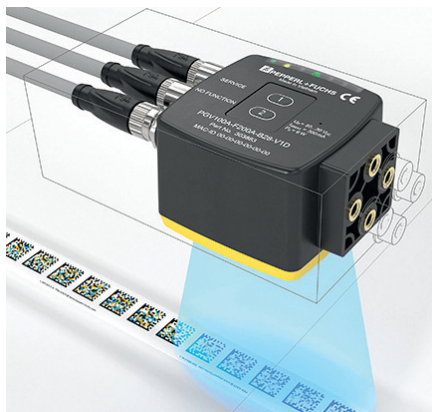


Рис. 4. Считывающая головка серии PGV

гия с множественным резервированием делает safePXV и safePGV наиболее надёжными системами позиционирования на современном рынке.

Участие клиентов – вернейший способ быстро адаптировать продукты к особенностям требований различных областей применения, которые так же разнообразны, как и сама технология. Систему позиционирования safePXV (рис. 3), разработанную для линейного абсолютного позиционирования, можно увидеть на монорельсовых конвейерах, кранах-штабелёрах, поворотных столах, элеваторах и ветровых турбинах. Учитывая разнообразие приложений, простота использования, безусловно, является ключевым требованием и преимуществом. Широкое окно считывания и большая глубина резкости исключают необходимость в трудоёмкой прецизионной настройке камеры, благодаря чему установка происходит быстро и просто. Система позиционирования safePGV (рис. 4) продвинулась ещё дальше. В дополнение к абсолютному позиционированию она также предоставляет все данные, необходимые для надёжного управления автоматическими транспортными средствами (AGV – Automated Guided Vehicles). Передавая положение и угол по оси Y, safePGV позволяет непрерывно корректировать отклонения от маршрута. А координата X обеспечивает соблюдение безопасного расстояния между AGV, что предотвращает угрозы для персонала. Обе системы предназначены для обработки крутых поворотов и уклонов, и даже разрывы в кодовой ленте длиной до 75 мм никак не влияют на их производительность, что особенно ценно на длинных маршрутах, объединяющих разные производственные здания. И это ещё один пример оптимизации, которая стала результатом совместной работы инженеров Pepperl+Fuchs с клиентами компании.

Жидкое золото Шотландии

Первозданная красота высокогорья с его легендарными озёрами и замками, живописный старый город Эдинбурга и уникальная традиция волюнок и килтов – вот визитная карточка Шотландии. Тем не менее эксперты и ценители ассоциируют с Шотландией и всемирно известный односолодовый напиток. На севере этой маленькой страны находятся самые знаменитые в мире ликёроводочные заводы. Знаменитый шотландский напиток виски создаётся в долинах, где туман смешивается с солёным морским воздухом и ароматом ячменного солода. Виски производят в Шотландии на протяжении многих веков, а чтобы разлитый в большие дубовые бочки прекрасный напиток приобрёл отменный вкус, требуются годы или даже десятилетия (рис. 5).

Старинные рецепты и современные технологии

Итак, Шотландия является крупнейшим производителем виски в мире. Многие из всемирно известных ликёроводочных заводов были основаны ещё в XVIII веке и работают по сей день. С тех пор некоторые из них выросли в крупные корпорации, доминирующие в производстве известных брендов виски и давно перешедшие на современные технологии. Для производства огромных объёмов при одновременном соблюдении строгих требований с точки зрения сохранения высоких качеств виски требуется сложный и надёжный процесс. Для созревания и полного раскрытия пряного, дымного, цветочного или фруктового вкуса этот эксклюзивный напиток выдерживается в деревянных бочках. Однако перед розливом по бочкам ингредиенты должны быть точно и качественно обработаны. Основные ингредиенты виски – ячменное зерно, вода и солодовые дрожжи. Зерно тщательно измельчают, превращая в пюре, и смешивают с дрожжами и водой для активации процесса ферментации. Затем перебродивший продукт подвергают дистилляции. Производственная цепочка включает ряд процессов, которые происходят в потенциально взрывоопасных средах. Пыль и газы, сопутствующие работе мельниц, чанов с пюре и камер брожения, могут создавать взрывоопасную атмосферу внутри зданий. Эти зоны классифицируются в основном как зоны 2. По этой причине на подобных предприятиях существуют специальные



Рис. 5. Традиционные медные дистилляторы тесно соседствуют с современной электроникой



Рис. 6. Дубовые бочки на складах в подвале завода



Рис. 7. Элементы инфраструктуры FieldConnex от Pepperl+Fuchs



Рис. 8. Цех с дистилляционными установками

нормы по защите от возгорания. Это означает, что системы автоматизации винокурни должны также соответствовать действующим нормам для взрывоопасных зон. Один из всемирно известных производителей шотландского виски недавно обновил свои панели управления и системы передачи сигналов. В результате теперь можно точно контролировать используемые на ликёро-водочном заводе полевые устройства и клапаны, гарантируется также и надёжность передачи сигналов (рис. 6).

Цифровая точность

Точные измерения и надёжная передача данных имеют решающее значение для обеспечения стабильно высокого качества обработки сырья. В зависимости от величины ликёро-водочного завода и количества установок для одного только процесса дистилляции может потребоваться до 200 регулирующих клапанов. При перенаправлении команд управления на клапаны производитель виски полагается сегодня на систему дистанционного ввода-вывода LB от Pepperl+Fuchs, сертифицированную для зоны 2 (рис. 7). Она подключает датчики и исполнительные механизмы к панели управления через PROFIBUS

DP и представляет собой модульную систему, которая транслирует сигналы между полевыми устройствами во взрывоопасных зонах и панелями системы управления. Благодаря такому удалённому вводу/выводу удаётся прекрасно сочетать преимущества традиционных технологий и современные решения: все работающие технологии fieldbus сохранены, а система удалённого ввода-вывода связана с шиной новой системы управления. Система LB для зоны 2 впечатляет своей гибкостью при подключении как искробезопасных, так и неискробезопасных цепей, а также сочетанием различных типов взрывозащиты.

PROFIBUS PA используется на предприятии для подключения всех измерительных полевых приборов, в том числе для измерения уровней наполнения, давления, расхода и температуры. Цифровой протокол передачи данных PROFIBUS PA с технологией FieldConnex fieldbus отвечает требованиям, касающимся точных измерений и передачи сигналов. Размещённые в диспетчерской комнате концентраторы FieldConnex PROFIBUS объединяют защитные устройства на полевом уровне. Это снижает затраты на коммуникационные сети и упрощает доступ к ди-

агностической информации. Конфигурация сети выполняется с использованием файлов GSD (General Station Description – файл описания устройства). По сети PROFIBUS PA конфигурация, аварийные сигналы и диагностические данные от полевых устройств передаются в систему технического обслуживания, что позволяет в любое время полностью контролировать промышленные установки. Чтобы предотвратить излишний поток информации или сигналов тревоги, данные фильтруются: оператор завода по производству виски получает только необходимые для работы значения, включая общий сигнал тревоги в случае неисправности, а технический персонал имеет полный доступ ко всем другим сервисным данным (рис. 8).

Концентраторы PROFIBUS Power Hub в диспетчерской подключают и питают полевые устройства через сеть PROFIBUS PA. До внедрения модулей удалённого ввода/вывода в корпусе из нержавеющей стали клапаны работали с использованием плат ПЛК с подключением «точка-точка». Благодаря развёртыванию системы LB в зоне 2 удалось оптимизировать кабельную разводку и затраты на монтаж. Кроме того, владель-

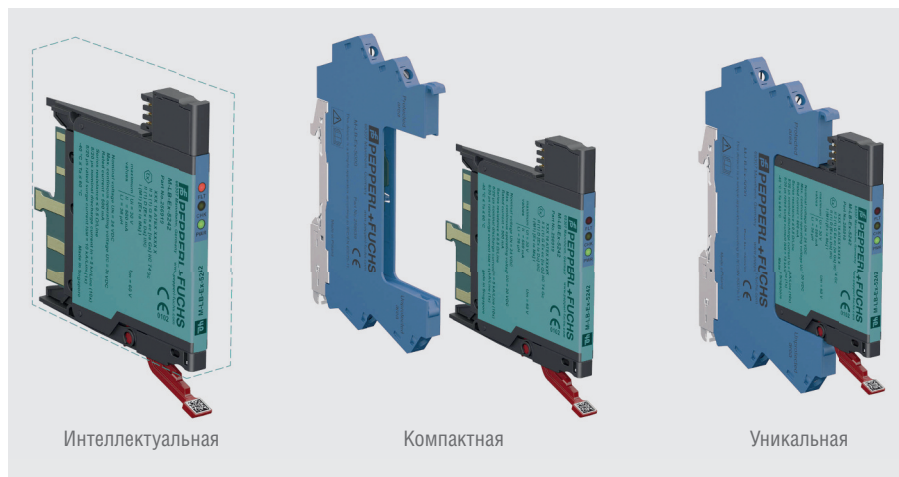


Рис. 9. Преимущества системы M-LB-5000

цы шотландского ликёро-водочного завода высоко оценили возможность удалённой конфигурации и доступа к диагностическим данным измерительной техники. По мнению инженеров-технологов завода, использование PROFIBUS DP, PROFIBUS PA и цифровой инфраструктуры Pepperl+Fuchs оказалось очень эффективным с точки зрения экономии средств. Оно сводит к минимуму объёмы технического обслуживания и ремонта, а также отвечает высоким требованиям производства.

ЭТАЛОН ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

Редко красота и опасность соседствуют столь тесно, как в этом природном чуде: какими бы завораживающими ни были освещающие небо вспышки молний, последствия удара молнии разрушительны. С ударами молний связаны и совершенно загадочные истории. Трудно поверить, но это правда: бывший рейнджер американского национального парка Рой С. Салливан был невероятным образом поражён молнией восемь раз и каждый раз отделывался лишь незначительными травмами. Его

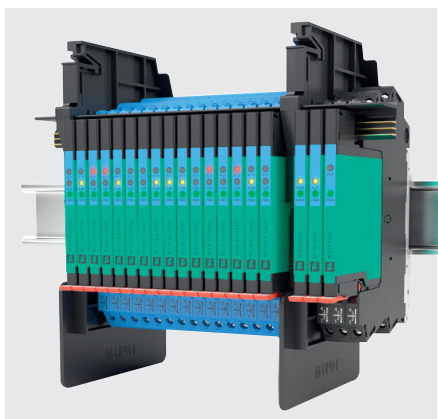


Рис. 10. Компактность системы – одно из важнейших достижений разработчиков

случай даже был увековечен в «Книге рекордов Гиннесса». Статистические данные о грозах на планете в той же степени невероятны: по оценкам экспертов, в любой момент времени на планете происходит от 2000 до 3000 гроз, являющихся источником до 30 миллионов вспышек молний ежедневно. Большинство ударов молний приходится на регионы Южной Америки, экваториальную Африку и Азию. Поэтому неудивительно, что первые работы над темой молниезащиты и защиты от перенапряжений начались именно в Азии.

Волна-убийца...

Молния разряжается в течение десяти микросекунд, создавая токи до ста килоампер при напряжениях несколько мегавольт, и может почти мгновенно нагреть окружающий воздух до $+30\ 000^{\circ}\text{C}$, что более чем в пять раз превышает температуру поверхности Солнца. Если такая стихийная сила природы поражает незащищённые промышленные предприятия, это может привести к катастрофическим последствиям: пожарам, повреждению электроники, выходу из строя всей системы автоматизации, а также повреждению или полному разрушению зданий, не говоря уже об опасности для жизни людей. К счастью, вероятность прямого удара молнии чрезвычайно мала, но это только верхушка айсберга – воздействие непрямого удара молнии часто недооценивается. Даже если эпицентр удара молнии находится в нескольких сотнях метров, возникающие всплески напряжения тоже могут привести к выходу из строя всей электрической системы. Перенапряжения, вызванные прямыми или непрямыми ударами молнии, а также являющиеся следствием переходных процессов при переключениях, остаются одной из самых распространённых причин

повреждения электронных систем. По этим причинам современная защита от перенапряжений является инвестицией в повышение эксплуатационной надёжности и доступности оборудования. Но как создать надёжное защитное оборудование (рис. 9) и что необходимо при этом учитывать?

... и надёжная защита

Основным требованием заказчиков был модуль защиты от перенапряжения цепей измерения и управления, устанавливаемый на DIN-рейку, но само по себе это ни в коем случае не стало большой проблемой. Особенным новый модуль защиты от перенапряжения делает совокупность дополнительных функций. Устройство было задумано легко настраиваемым без специальных инструментов. Оно также должно было индцировать как факт аварии, так и собственную неисправность. В идеале для его технического обслуживания не потребуются никаких экспертных знаний, а система защиты от перенапряжений будет оставаться практически незаметной в процессе общей эксплуатации установки.

Компания Pepperl+Fuchs накопила обширные знания в области защиты от перенапряжений, дополненные многолетним опытом в области защиты от взрыва, аналоговых технологий и производства интерфейсных модулей. На этапе разработки с помощью высокоскоростных камер делались видеозаписи для анализа поведения сильноточных контактов во время переходных процессов, связанных со всплесками напряжения. Скорость записи 50 000 кадр/с позволила детально изучить каждую мелочь, и это помогло оптимизировать конструкцию контактов. Ключевую роль в успешной работе над проектом сыграло также тесное сотрудничество с опытными в сфере молниезащиты коллегами на производственной площадке в Сингапуре. В результате компания Pepperl+Fuchs разработала встраиваемую систему защиты от перенапряжения с шириной модуля всего 6,2 мм.

Система в модульном исполнении M-LB-5000, упакованная в компактный корпус и оснащённая запатентованной функцией диагностики, – образец передовых технологий в области промышленной защиты от перенапряжений (рис. 10). Она состоит из встроенного непосредственно в сигнальную цепь базового модуля и сменного модуля защиты. При такой малой ширине они образуют чрезвычайно узкий съёмный мо-

дуть защиты от перенапряжений. Интегрированная в него диагностическая функция также является уникальной – модуль сигнализирует о собственном состоянии, как в распределительном шкафу, с помощью легко читаемого светового индикатора, так и на панели управления, а также выдаёт предупреждение перед возможным отказом. Это позволяет легко проверить систему защиты от перенапряжений в соответствии с EN 62305-3 (Physical Damage to Structures and Life Hazard – физическое повреждение конструкций и опасность для жизни), значительно сократить расходы на эксплуатацию на протяжении жизненного цикла изделия и заранее спланировать сервисное обслуживание. Встроенная функция изоляции позволяет проводить тестирование при вводе модулей в эксплуатацию и их замене во время работы.

Детали устройства

Функционально модуль защиты M-LB-5000 можно представить так, как это показано на рис. 11.

Разрядник представляет собой герметичную заполненную инертным газом трубку (газоразрядная трубка – ГРТ).

Когда разность потенциалов на входах ГРТ достигает определённого уровня, газ ионизируется и образуется электрическая дуга. В результате сопротивление ГРТ резко снижается, а напряжение на ней падает. Параметры ГРТ могут меняться в зависимости от числа и энергии пробоев вплоть до выхода ГРТ из строя.

Ограничительные стабилитроны представляют собой приборы, специально разработанные для защиты чувствительной электроники. P-N-переход с большой площадью поверхности гарантирует высокий уровень токовой нагрузки. При условии работы в пределах, указанных в спецификации, износу эти компоненты не подвержены.

Первичная обмотка трансформатора и катушка индуктивности служат элементами развязки входа и выхода устройства. Это необходимо для того, чтобы ограничивающий эффект стабилитронов не влиял на изменение напряжения на входе, которое (при достижении определённого уровня) должно вызывать пробой на землю и зажигание дуги в газоразрядной трубке. Трансформатор служит также гальванической развязкой для подключения контрольно-измерительной цепи.

Диагностической цепью MLB 5000 контролируются следующие параметры:

- количество пробоев газоразрядной трубки;
- температура кремниевых компонентов в ограничительных диодах;
- внутренняя температура модуля защиты от перенапряжения.

СКВОЗЬ ЛЮБЫЕ ПРЕГРАДЫ

В горах или в глубинах земли тоннели пронизывают целые горные хребты и проходят под реками и морями. Они сокращают маршруты и снижают напряжённость на наших дорогах. Они соединяют города, страны или даже континенты (рис. 12).

Вибрация земли при прокладке тоннеля ощущается как землетрясение, а шум просто оглушает. Гигантские машины с грубой силой перемалывают скалу на кусочки. Независимо от того, предназначен тоннель для движения автомобильного или железнодорожного транспорта, чтобы увидеть свет в его конце, потребуется удалить огромное количество измельчённой породы. Для этой работы используются тоннелепроходческие комплексы (ТВМ – Tunnel Boring Machine), например, производства Herrenknecht. Эти огромные машины могут быть длиной в несколько сотен метров при впечатляющем диаметре до 19 метров. На различных производственных участках Perpetl+Fuchs обеспечивает условия взрывозащиты, необходимые для безопасности. Дело в том, что строительство тоннеля связано с некоторыми особыми условиями: если газосодержащие породы и почвенные образования создают взрывоопасно высокую концентрацию метана, бурение должно автоматически прекращаться и электропитание установок отключаться. Причём останавливаться должны не только приводы буров, обесточивать необходимо даже все системы связи. Однако это требование является проблематичным с точки зрения функционирования важного навигационного блока и системы аварийной эвакуации ТВМ, поскольку они имеют решающее значение для безопасности персонала.

Лазерная навигационная система, производимая компанией VMT GmbH, входящей в группу Herrenknecht, фиксирует точное положение и схему движения ТВМ в режиме реального времени и, следовательно, предоставляет операторам машины жизненно важную информацию для точного контроля работы. Однако в случае короткого неза-

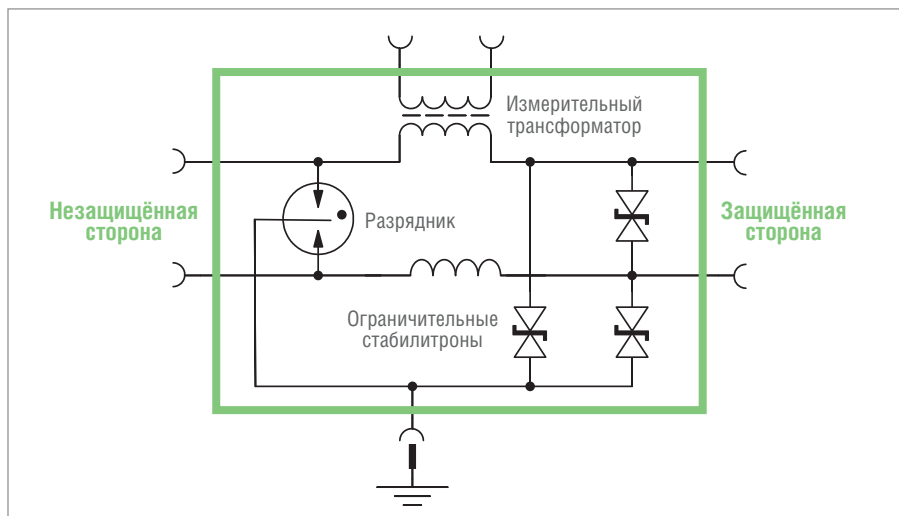


Рис. 11. Структура модуля защиты системы M-LB-5000

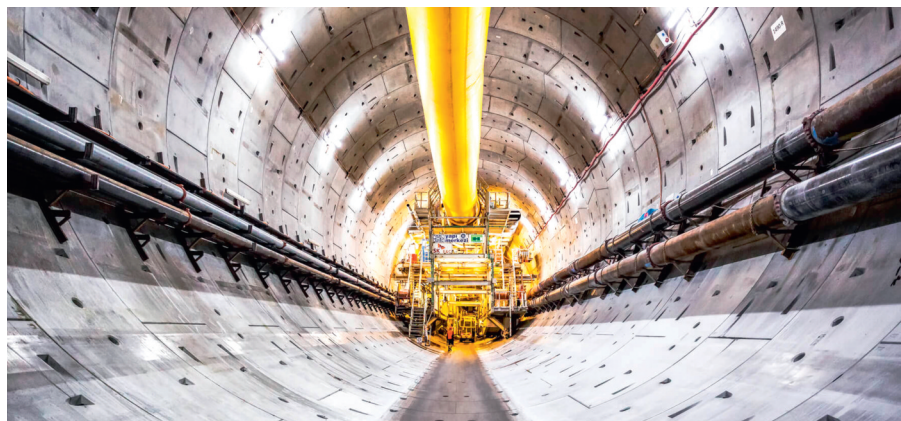


Рис. 12. Строящийся тоннель



Рис. 13. Взрывозащищённый шкаф с элементами обеспечения безопасности

планированного прерывания работы системы все сохранённые данные будут потеряны, что является фатальным для хода строительных работ. Чтобы предотвратить потерю данных от блока навигации при отключении питания во время утечки газа, имеется аварийный резервный источник бесперебойного питания (ИБП), поддерживающий работу компьютера во время такого контролируемого отключения. В случае опасности взрыва важна также работоспособность системы аварийной эвакуации ТВМ. Согласно правилам, чтобы обеспечить безопасную эвакуацию тоннеля, эта система должна оставаться включённой не менее 60 минут. Как только штатная подача энергии преры-

вается, включается другой ИБП, так что такие системы, как освещение вдоль спасательных маршрутов, по-прежнему надёжно работают в опасных условиях.

Безопасность в квадрате

Поскольку ИБП тоже может представлять собой потенциальный источник воспламенения во взрывоопасной атмосфере туннеля, обе компании искали партнёра, обладающего опытом в области методов обеспечения взрывозащиты. Компания Pepperl+Fuchs подсказала правильное решение: ИБП, установленный в прочном взрывозащищённом корпусе (Ex d), теперь надёжно защищён. Станции управления, также размещённые в корпусах повышенной

безопасности (Ex e), упрощают доступ к клеммам и сигнальным кабелям. Оборудование Ex de было спроектировано, изготовлено и сертифицировано в Центре инженерных решений Pepperl+Fuchs (SEC – Solution Engineering Center) в Бюле, Германия (рис. 13). Даже если взрывоопасная атмосфера проникнет в прочный корпус Ex d, он в случае взрыва предотвратит воздействие на окружающую среду установки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Продукция компании, безусловно, пользуется заслуженной репутацией на мировом рынке, но сейчас хотелось бы сказать не об этом. В статье мы привели несколько примеров удачных применений изделий и технологий компании Pepperl+Fuchs, каждый из которых иллюстрирует тесное сотрудничество инженеров компании с заказчиками в процессе разработки или доработки технических решений. Способность и готовность компании живо реагировать на требования рынка и пожелания заказчиков особенно ценна в ходе совместной работы над сложными проектами, где требования зачастую бывают уникальными и не укладываются в возможности «коробочных» продуктов. ●

Статья подготовлена по материалам журнала Pepperl+Fuchs "Amplify"

E-mail: textoed@gmail.com

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

Сотрудничество «Авантикс» и МЦСТ

ООО «Авантикс», российский производитель вычислительной техники в промышленном исполнении, и АО «МЦСТ», разработчик новейших отечественных микропроцессоров «Эльбрус», заключили соглашение о стратегическом сотрудничестве с целью развития отечественных решений для цифровизации промышленности. В частности, планируется совместная работа над расширением линейки промышленных компьютеров AdvantiX «Брусника».

«Авантикс» развивает линейку доверенных вычислительных платформ «Брусника» почти два года. В начале 2019 года был выпущен промышленный безвентиляторный компьютер AdvantiX ВКП-В2/ЭЛ4С на базе отечественного процессора «Эльбрус-4С» для монтажа в 19-дюймовую стойку. Это первое безвентиляторное решение формата 2U промышленного исполнения на рынке систем на базе архитектуры «Эльбрус». В компьютере AdvantiX ВКП-В2/ЭЛ4С используется система

кондуктивного охлаждения, разработанная и реализованная специалистами компании «Авантикс». В дальнейшем семейство «Брусника» пополнилось системами с воздушным охлаждением ВКП-В2/ЭЛ4С на базе четырёхъядерного процессора «Эльбрус-4С» и ВКП-В2/ЭЛ8С на базе восьмijядерного ЦПУ «Эльбрус-8С».

Новый этап сотрудничества с АО «МЦСТ» позволит компании «Авантикс» оперативно разработать более производительные безвентиляторные решения на базе процессора «Эльбрус-8СВ» для ответственных применений, которые востребованы для широкого круга задач, когда необходимо уверенно работать с критически важной информацией.

Новые устройства займут нишу надёжной отечественной вычислительной техники, по-

скольку все ключевые компоненты, как программные, так и аппаратные, созданы силами специалистов российских компаний. В разработках по данному направлению «Авантикс» фокусируется на промышленном исполнении компьютеров, призванных расширить использование отечественных процессоров семейства «Эльбрус» для различных промышленных и критически важных применений, в том числе и в сферах транспорта, энергетики, в нефтегазовом секторе.

— Соглашение о стратегическом сотрудничестве с АО «МЦСТ» – важный шаг для нашей компании. Мы сможем расширить линейку компьютеров на базе отечественных процессоров «Эльбрус», предлагая своим заказчикам надёжное российское решение. Наши клиенты смогут приобрести безвентиляторные системы для решения своих ответственных задач и уверенно работать с информацией, не беспокоясь о её возможной утечке, – комментирует начальник отдела промышленных компьютеров ООО «Авантикс» Дмитрий Кабачник. ●

