

ОГНЕСТОЙКИЕ КАБЕЛИ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

А.В. Лобанов, Р.Г. Кузнецов (НПП "Спецкабель")

НПП "Спецкабель" представляет новую уникальную серию огнестойких кабелей КСБ и КСБГ для современных интегрированных АСУТП и комплексной безопасности. Новые кабели призваны обеспечить работу систем в течение заданного времени в условиях пожара и являются "огнестойким воплощением" широко известной серии интерфейсных кабелей КИПЭ и КИПвЭ для RS-485 и серии кабелей для сетей Profibus, Foundation Fieldbus, LonWorks.

Ключевые слова: огнестойкие кабели, системы безопасности, передача данных, опасные производства.

Построение АСУТП на предприятиях нефтегазового комплекса в особой степени должно учитывать требования Технического регламента о пожарной безопасности, вступившего в действие с 1 мая 2009 г., в соответствии с которым промышленные объекты должны иметь систему противопожарной защиты, причем для нефтегазовых предприятий эта система должна быть интегрирована с АСУТП. По команде системы пожарной сигнализации АСУТП должна быстро, но в штатном режиме завершить ТП и, в первую очередь, пожароопасные. Поэтому линии связи АСУТП должны обеспечить на это время надежную работу всех устройств и механизмов.

Проектирование современных систем противопожарной защиты регулируется Техническим регламентом, а также сводами правил и стандартами пожарной безопасности, вступивших в действие в 2009-2010 гг. на территории РФ, среди которых для кабельных изделий основными являются СП 5.13130.2009, СП 6.13130.2009, ГОСТ Р 53315-2009 и ГОСТ Р 53316-2009. Новые нормативные документы предписывают линиям связи сохранение работоспособности в условиях пожара в течение всего времени эвакуации и пожаротушения, то есть требуется применение огнестойкого кабеля (исполнение FRLS, FRHF).

Автоматизированные системы противопожарной защиты используют различные интерфейсы связи, среди которых наиболее распространен промышленный RS-485, применяемый для передачи данных по протоколам Profibus, LonWorks, ModBus, CAN, BACNet и пр. Причем современные линии связи должны обеспечить скорость приема/передачи данных от десятков до сотен килобит в секунду.

Таким образом, на каждом участке связи систем пожарной безопасности должны применяться кабели для высокоскоростной передачи цифровых и аналоговых сигналов в огнестойком исполнении. Кабели должны иметь нормированные характеристики среды передачи, надежно и с высокой скоростью передавать данные на максимально возможное расстояние в дежурном режиме работы системы и в условиях пожара.

Для решения описанных задач НПП "Спецкабель" разработало и запатентовало новые огнестойкие кабели промышленного интерфейса серий КСБ и КСБГ, которые могут применяться не только в системах противопожарной защиты, но и в АСУТП.

Новая серия огнестойких интерфейсных кабелей может успешно работать в реализации симметричного интерфейса передачи данных по протоколам Profibus, ModBus, CAN, LonWorks, BACNet и др. на частотах до 1 МГц и выше. Разнообразны конструкции кабелей, которые рассчитаны на различные условия эксплуатации: при прокладке в помещении и на открытом воздухе, во взрывоопасных зонах и в земле, в условиях повышенной вибрации и ударов, в атмосфере, содержащей продукты нефтепереработки, в условиях повышенных электромагнитных помех и т.д. Кабели изготавливаются по ТУ 16.К99-037-2009 (серия КСБ – с сердечником из скрученных пар однопроволочных жил) и ТУ 16.К99-040-2009 (серия КСБГ – с сердечником из скрученных пар многопроволочных жил).

Основная конструкция серии кабелей, соответствующей ТУ 16.К99-037-2009, марки КСБнг(А)-FRLS (в оболочке из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности) или марки КСБнг(А)-FRHF (в оболочке из безгалогенной полимерной композиции) (рис. 1) – это изолированные кремнийорганической резиной медные однопроволочные жилы диаметром 0,64...0,78 мм (эквивалентно сечениям 0,35...5 мм²), скрученные в пару (пары) совместно с полиимидной пленкой, и общий экран из ламинированной алюминиевой фольги с контактным проводником. Кабели данной конструкции в зависимости от диаметра жил в диапазоне частот 31,25 кГц...1 МГц имеют номинальное волновое сопротивление 120; 100; 80 или 60 Ом, коэффициент затухания – 0,21...2,30 дБ/100 м, электрическую емкость пар – 70...95 пФ/м; число пар – 1...40 ед.

Наличие слоя полиимидной пленки между изолированными жилами пары позволяет гарантировать сохранение высокого уровня сопротивления изоляции в течение всего срока службы кабеля, даже в условиях повышенной радиации. Более того полиимидная пленка характеризуется хорошей стойкостью к органическим растворителям, маслам и разбавленным кислотам, обладает исключительно низкой газопроницаемостью.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

нищаемостью, достаточной для защиты резины от воздействия кислорода воздуха. Несмотря на недостаточную стойкость к щелочам и перегретому пару, под действием которых она гидролизуется, электрические показатели даже увлажненной полиимидной пленки остаются на достаточно высоком уровне.

Основная конструкция серии кабелей, изготовленных по ТУ 16.К99-040-2009, марки КСБнг(A)-FRLS (в оболочке из ПВХ пластика пониженной пожароопасности) или марки КСБнг(A)-FRHF (в оболочке из безгалогенной полимерной композиции) (рис. 2) — это изолированные кремнийорганической резиной медные семипроволочные жилы диаметром 0,78...2,00 мм (эквивалентно сечениям 0,35...2,5 мм²), скрученные в пару (пары) совместно с полиимидной пленкой, выполняющей указанные выше функции, поясную изоляцию и общий экран из ламинированной алюминиевой фольги и оплетки из медных луженых проволок с контактными проводниками. По требованию заказчика возможно изготовление кабелей с лужеными медными жилами повышенного класса гибкости. Кабели данной конструкции в зависимости от диаметра жил в диапазоне частот 31,25 кГц ...1 МГц имеют номинальное волновое сопротивление 140; 120; 100 или 80 Ом, коэффициент затухания — 0,20...2,20 дБ/100м, электрическую емкость пар — 60...85 пФ/м; число пар — 1...10 ед.

Поясная изоляция кабелей серии КСБГ обеспечивает не только заданные электрические характеристики, но также придает конструкции максимально круглую форму, что является важным фактором для герметичных уплотнителей в проходках взрывоопасных зон, и создает дополнительный барьер проникновению влаги в сердечник кабеля. Двойной экран данной серии обеспечивает эффективность ослабления внешнего электромагнитного поля более чем на 75 дБ.

Кабели обеих серий могут быть изготовлены с броней в виде оплетки из стальных оцинкованных

проволок и защитным шлангом поверх него (марки КСБКнг(A)-FRLS, КСБКнг(A)-FRHF и КСБГКнг(A)-FRLS, КСБГКнг(A)-FRHF), что обеспечивает им гибкость, повышенную механическую, электромагнитную устойчивость и защиту от грызунов. Для взрывоопасных зон допускается их прокладка в грунтах I-III категорий.

Кроме того, возможно изготовление кабелей повышенной пожаростойкости (марки КСБСнг(A)-FRLS, КСБСнг(A)-FRHF, КСБСКнг(A)-FRLS, КСБСКнг(A)-FRHF и КСБГСнг(A)-FRLS, КСБГСнг(A)-FRHF, КСБГСКнг(A)-FRLS, КСБГСКнг(A)-FRHF), в которых поверх каждой скрученной пары изолированных жил применена специальная огнестойкая стеклослюдянитовая лента, выполняющая роль дополнительного механического и огнестойкого бандажа, что придает конструкции кабеля повышенную устойчивость к вибрациям и ударам в условиях

пожара. Коэффициент затухания и электрическая емкость кабелей с дополнительной стеклослюдянитовой лентой заметно ниже, чем у кабелей без ленты, что позволяет увеличить максимальную дальность передачи данных.

Все кабели серии КСБ и КСБГ с индексом FRLS имеют пониженное до 50 % дымо- и газовыделение и класс пожарной опасности П1.1.2.2.2 в соответствии с ГОСТ Р 53315-2009, полностью удовлетворяют требованиям нормативных документов "Технического регламента о пожарной безопасности", в том числе установленным в ГОСТ Р 53315-2009 п.5.3 ПРГП 1 (категория А по нераспространению горения при групповой прокладке), п.5.8 ПО 1 (по огнестойкости в течение 180 мин.), имеют сертификат соответствия требованиям "Технического регламента о пожарной безопасности" и соответствия ГОСТ Р. По уровню токсичности газообразных продуктов, выделяющихся при горении кабеля, относятся к умеренноопасным. Эксплуатируются в помещениях или закрытых объемах (коробах, трубах). Температурный диапазон эксплуатации кабелей с индексом FRLS — -50...70 °С, срок службы — ≥30 лет.

Кабели с индексом FRHF имеют пониженное до 25 % дымо- и газовыделение и класс пожарной опасности П1.1.1.2.1, полностью удовлетворяют требованиям нормативных документов "Технического регламента о пожарной безопасности", в т.ч. п.5.3 ГОСТ Р 53315-2009 (ПРГП 1, категория А), п.5.8 (ПО 1) и имеют соответствующие сертификаты. При горении не выделяют галогенсодержащих кислот, по уровню токсичности продуктов дымогазовыделения относятся к умеренноопасным. Эксплуатируются в помещениях или закрытых объемах (коробах, трубах). По отдельному заказу изготавливаются в исполнении для эксплуатации на открытом воздухе. Оболочка и защитный шланг из безгалогенной композиции обладают повышенной маслостойкостью. Темпера-

турный диапазон эксплуатации кабелей с индексом FRHF – -60...70 °С, срок службы – ≥40 лет.

Допустимый радиус изгиба кабелей при прокладке – ≥10 максимальных наружных диаметров для кабелей без брони и ≥15 диаметров для кабелей с броней. Номинальное рабочее напряжение переменного тока – 300 В (ведется работа по повышению до 500 В для кабелей серии КСБГ). Из дополнительных характеристик, имеющих значение для кабелей, применяемых для "искробезопасных" цепей во взрывоопасных зонах можно выделить индуктивность кабелей – ≤1 мГн/км (0,5...0,8 мГн/км) и отношение L/R – в пределах 15...50 мкГн/Ом в зависимости от конструкции кабелей.

Кабели обладают достаточной радиационной, химической и озоностойкостью в сочетании с минимально достижимым уровнем потерь (коэффициентом затухания) и необходимым набором электрических параметров, так как огнестойкая кремнийорганическая резина относительно устойчива к атмосферным воздействиям, озону и кислороду, поскольку ее основой является озоностойкий каучук. Более того, огнестойкие кабели с однослойной изоляцией из керамообразующей силиконовой резины (серий КСБ, КСБГ, а также КПСЭ, КПСЭС) являются оптимальным вариантом для высокоскоростной передачи данных в промышленных сетях безопасности и автоматизации. Электрические свойства (диэлектрическая проницаемость и коэффициент диэлектрических потерь) кремнийорганической резины достаточны для обеспечения приемлемых высокочастотных характеристик передачи (коэффициент затухания, электрическая емкость, волновое сопротивление) при сохранении небольших габаритных размеров кабелей. К тому же особая запатентованная технология скрутки изолированных жил с полиимидной пленкой, обеспечивающий постоянство симметрии пары, что приводит к уменьшению потерь, обусловленных отражениями и фазовыми искажениями сигнала.

Отметим преимущества предложенных конструкций кабелей от аналогов. Имеется в виду сравнение с известными конструкциями огнестойких кабелей с двухслойной изоляцией в виде подмотки стеклослюдяной лентой или оплетки стеклонитью по жиле со вторым слоем полимерной изоляции. Так, в условиях воздействия огня электрические свойства кабелей с резиновой изоляцией менее подвержены изменению, чем у кабелей с двухслойной изоляцией, вследствие деструкции и выгорания полимерного слоя последних. В то же время керамообразующая структура однослойной резиновой изоляции при воздействии огня изменяется не сильно как по электрическим, так и геометрическим параметрам. Кабели с огнестойкой резиновой изоляцией более удобны для монтажа по гибкости и по разделке. Удобней производить заделку гибких кабелей с однослойной концентрической изоляцией, чем счищать с

жил осыпающиеся слюдяные слои. В конечном итоге, сочетание эксплуатационных, массогабаритных и ценовых показателей кабелей с огнестойкой резиновой изоляцией является отличным компромиссом среди кабелей прочих конструкций.

Применение кабелей серий КСБ и КСБГ возможно в любых отраслях промышленности, где необходима высокоскоростная передача данных в условиях повышенной пожаровзрывоопасности и негативного воздействия окружающей среды, в том числе военно-промышленного комплекса и атомных электростанций. Так, в условиях накопления радиационной дозы в гермозоне атомной станции повышение радиационной стойкости кремнийорганической резины достигается путем защиты изоляции от свободного доступа кислорода, способствующего разрушению резины при ее эксплуатации. В качестве защитного слоя изоляции токопроводящих жил использована полиимидная пленка, которая имеет более высокую, чем у кремнийорганической резины, радиационную стойкость и непроницаема для молекул кислорода. Пленка сохраняет достаточную эластичность после воздействия гамма-излучения $4,16 \cdot 10^7$ Гр и 50% первоначального удлинения после облучения потоком электронов 6...10 Гр.

По конструктивным и эксплуатационным признакам кабели серии КСБГ – хорошая альтернатива так называемым кабелям "универсальным" огнестойкого исполнения, а также кабелям, выполненным в соответствии со стандартами EN 50288-7, МЭК 60092-375 и ГОСТ Р МЭК 60245-1.

Таким образом, новая серия кабелей (КСБ и КСБГ) обладает рядом преимуществ.

1. Высококачественные параметры кабелей нормированы и контролируются, что позволяет в зависимости от диаметра токопроводящих жил подобрать требуемый кабель под различные протоколы передачи данных, применяемые в задачах управления уровня ТП. Кабели обеспечивают работу указанных систем в течение заданного времени в условиях воздействия огня.

2. Конструктивные исполнения новых кабелей позволяют проектировщику системы сделать правильный выбор для различных условий эксплуатации, обеспечивая при этом существенные сроки службы кабелей.

3. Кабели серии КСБ и КСБГ являются "огнестойким воплощением" широко известной серии интерфейсных кабелей КИПЭ и КИПвЭ по ТУ 16.К99-008-2001 и ТУ 16.К99-025-2005 для RS-485, серии кабелей для сетей Profibus и Foundation Fieldbus по ТУ 16.К99-012-2003 и ТУ 16.К99-027-2005, а также других серий кабелей для сетей передачи данных, разработанных НПП "Спецкабель".

4. По своим основным характеристикам и охватываемой области применения практически не имеют аналогов, сертифицированы в области пожарной безопасности, системе ГОСТ Р и доступны для заказа.

Лобанов Андрей Васильевич – ген. директор,

Кузнецов Роман Геннадьевич – вед. инженер-конструктор НПП "Спецкабель".

Контактные телефоны: (495) 921-40-99 (многокан.), 603-09-20. [Http://www.spcable.ru](http://www.spcable.ru)