

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

**А. Лобанов**  
ген. директор НПП «Спецкабель»  
**Р. Кузнецов**  
вед. инженер-конструктор

*НПП «Спецкабель» представляет новую уникальную серию огнестойких кабелей КСБ и КСБГ для современных интегрированных систем АСУ ТП 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. Нормируемые высокочастотные параметры запатентованных сертифицированных кабелей и их конструктивные исполнения позволяют проектировщику системы сделать правильный выбор и подобрать требуемый кабель под различные протоколы высокоскоростной передачи данных на большие расстояния и для различных условий эксплуатации.*

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

**А**ктивное развитие нефтяной и газовой отрасли и связанная с этим модернизация производства привели к тому, что в настоящее время на большинстве промышленных предприятий нефтегазового комплекса функционируют современные разветвленные структурированные системы управления технологическими процессами с высо-

коскоростной передачей данных. Данные системы позволяют контролировать, оптимизировать и управлять технологическими процессами из единого центра управления. Связь между удаленными объектами управления и центром управления осуществляется по кабелям промышленного интерфейса, причем современные линии связи должны быть широкополосны-

ми, чтобы обеспечить необходимую скорость приема-передачи данных, а также сигналов управления.

Учитывая специфику предприятий нефтегазового комплекса, к кабелям промышленного интерфейса предъявляются особые требования и, в первую очередь, по пожаровзрывобезопасности. Построение современных автоматизированных систем управления технологическими процессами на предприятиях нефтегазового комплекса в особой степени должно учитывать требования Технического регламента о требованиях пожарной безопасности, вступившего в действие с 1 мая 2009 года. В соответствии с Техническим регламентом, промышленные объекты должны иметь систему противопожарной защиты, причем для нефтегазовых предприятий эта система должна быть интегрирована с АСУ ТП предприятия.

При возникновении очага пожара по команде системы пожарной сигнализации АСУ ТП необходимо завершить технологические процессы, и в первую очередь пожароопасные. Завершение технологических процессов должно происходить быстро, но в штатном режиме, поэтому линии связи АСУ ТП должны обеспечить на это время надежную работу всех устройств и механизмов. Кроме того, на некоторых предприятиях имеются технологические процессы непрерывного цикла, остановка которых может привести к большим потерям. Например, в случае пожара возникает необходимость сроч-



ного отключения технологического оборудования налива нефти.

Проектирование современных систем противопожарной защиты должно проводиться в соответствии с Техническим регламентом, а также сводами правил и стандартами пожарной безопасности, вступившими в действие в 2009-2010 годах 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, т.е., по сути, быть им огнестойкими, что реализуется применением огнестойкого кабеля. При этом некоторыми документами это требование установлено напрямую (кабели должны быть в исполнении FRLS, FRHF).

Перспективными системами противопожарной защиты являются автоматизированные, в том числе адресные, системы, использующие различные интерфейсы связи устройств, среди которых выделяется наиболее распространенный промышленный интерфейс – RS-485, зачастую являющийся средой передачи таких распространенных в АСУ ТП протоколов передачи данных, как Profibus, LonWorks, ModBus, CAN, BACNet и прочих. Технические средства таких систем (извещатели, датчики, приемно-контрольные приборы, блоки индикации и т.п.) способны работать в настоящее время на скоростях передачи данных от десятков до сотен килобит в секунду (с составляющими передаваемого сигнала до нескольких десятков мегагерц), что предъявляет более высокие требования к среде передачи.

Таким образом, на каждом участке связи систем пожарной безопасности должны применяться кабели для высокоскоростной передачи цифровых и аналоговых сигналов в огнестойком исполнении, что предполагает следующий подход к выбору таких кабелей. Они должны иметь нормированные характеристики среды передачи и быть способными надежно и с высокой скоростью передавать данные на максимально возможное расстояние, как в дежурном режиме работы системы, так и в условиях пожара.

В связи с вышесказанным, понятен особый интерес у проектировщиков АСУ ТП нефтегазового комплекса к новой запатентованной серии огнестойких кабелей промышленного интерфейса серий КСБ и КСБГ, разработанных НПП «Спецкабель». Данные кабели могут успешно применяться не только в системах противопожарной защиты, но и в АСУ ТП, обеспечивая надежную работу систем управления во время пожа-

ра на удаленных объектах управления. Они позволяют штатно завершить технологический процесс, предотвратить поломку оборудования, сохранить продукцию.

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. Одним из преимуществ разработанной серии кабелей является разнообразие конструкций, обеспечивающее работу интерфейсных линий в различных условиях: 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 кабе-

лей по ТУ 16.К99-037-2009 – марки КСБнг(А)-FRLS (в оболочке из ПВХ пластика пониженной пожароопасности) или марки КСБнг(А)-FRHF (в оболочке из безгалогенной полимерной композиции) включает в себя изолированные кремнийорганической резиной медные однопроволочные жилы диаметром  $0,64 \div 1,78$  мм (эквивалентно сечениям  $0,35 \div 2,5$  мм<sup>2</sup>), 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  $\div$  1 МГц имеют номинальное волновое сопротивление 120, 100, 80 или 60 Ом, коэффициент затухания – от 0,21 до 2,30 дБ/100 м, электрическую емкость пар – от 70 до 95 пФ/м; число пар – от 1 до 40.

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, полиимид-

#### КСБнг(А)-FRHF



#### КСБКнг(А)-FRHF



#### КСБСнг(А)-FRHF



#### КСБСКнг(А)-FRHF



ная пленка характеризуется хорошей стойкостью к органическим растворителям, маслам и разбавленным кислотам, обладает исключительно низкой газопроницаемостью, 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 по ТУ 16.К99-040-2009 – марки КСБГнг(A)-FRLS (в оболочке из ПВХ пластика пониженной пожароопасности) или марки КСБГнг(A)-FRHF (в оболочке из безгалогенной полимерной композиции) включает в себя изолированные кремнийорганической резиной медные семипроволочные жилы диаметром  $0,78 \div 2,00$  мм (эквивалентно сечениям  $0,35 \div 2,5$  мм<sup>2</sup>), скрученные в пару (пары) совместно с полиимидной пленкой, выполняющей указанные выше функции, поясную изоляцию и общий экран из ламинированной алюминиевой фольги и оп-

летки из медных луженых проволок с контактным проводником. По требованию заказчика возможно изготовление кабелей с лужеными медными жилами повышенного класса гибкости. Кабели данной конструкции, в зависимости от диаметра жил, в диапазоне частот  $31,25 \text{ кГц} \div 1 \text{ МГц}$  имеют номинальное волновое сопротивление 140, 120, 100 или 80 Ом, коэффициент затухания – от 0,20 до 2,20 дБ/100 м, электрическую емкость пар – от 60 до 85 пФ/м; число пар – от 1 до 10.

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 бандаж, что придает конструкции кабеля повышенную устойчивость к вибрациям и ударам в условии 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 – от  $-50^\circ \text{C}$  до  $+70^\circ \text{C}$ , срок службы – не менее 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 дымо-

#### КСБГнг(A)-FRHF



#### КСБГКнг(A)-FRHF



#### КСБГСнг(A)-FRHF



#### КСБГСКнг(A)-FRHF



газовыделения относятся к умеренно-опасным. 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. Температурный диапазон эксплуатации кабелей с индексом FRHF – от  $-60^{\circ}$  до  $+70^{\circ}$  С, срок службы – не менее 40 лет.

Допустимый радиус изгиба кабелей при прокладке – не менее 10 максимальных наружных диаметров кабеля для кабелей без брони и не менее 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 «кислородобезопасных» цепей во взрывоопасных зонах, можно выделить индуктивность кабелей – не более 1 мГн/км ( $0,5 \div 0,8$  мГн/км) и отношение  $L/R$  – в пределах  $15 \div 50$  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 кабелей 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 дает эффект скрепления жил между собой данной пленкой, обеспечивающий постоянство симметрии пары, что, в свою очередь, приводит к уменьшению потерь, обусловленных отражениями и фазовыми искажениями сигнала.

Следует отметить преимущества предложенных конструкций кабелей от других известных конструктивных решений, обеспечивающих огнестойкость. Имеется в виду сравнение с из-

вестными конструкциями огнестойких кабелей с двухслойной изоляцией в виде подмотки стеклослюдянитовой 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, как по гибкости, так и по разделке. Удобней производить заделку гибких кабелей с однослойной концентрической изоляцией, чем считать с жил осыпавшиеся слюдяные слои. В конечном итоге, сочетание эксплуатационных, массогабаритных и ценовых показателей кабелей с огнестойкой резиновой изоляцией является отличным компромиссом среди кабелей прочих конструкций.

Все сказанное выше о кабелях серий КСБ и КСБГ справедливо не только для нефтегазовой, но также и других отраслей промышленности, где необходима высокоскоростная передача данных в условиях повышенной пожароопасности 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 воздуха, 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. Ее высокая радиационная стойкость обеспечивает защиту и целостность изоляции в течение всего срока службы кабеля при работе в условиях повышенной радиации. Пленка сохраняет достаточную эластичность после воздействия гамма-излучения  $4,16 \cdot 10^7$  Гр и 50% первоначального удлинения после облучения потоком электронов  $6 \cdot 10$  Гр.

Помимо прочего, по конструктивным и эксплуатационным признакам кабели серии КСБГ могут стать хорошей альтернативой так называемым кабелям «универсальным» огнестойкого исполнения, а также кабелям, выполненным в соответствии с европейским стандартом EN 50288-7 и

международными стандартом МЭК 60092-375 и ГОСТ Р МЭК 60245-1.

*В заключение стоит отметить, что в целом рассмотренная новая серия кабелей (КСБ и КСБГ) обладает следующими очевидными преимуществами:*

1. *Высокочастотные параметры кабелей нормированы и контролируются, что позволяет, в зависимости от диаметра токопроводящих жил, подобрать требуемый кабель под различные протоколы передачи данных, применяемые в современных высокоскоростных системах управления технологическими процессами, противопожарной защиты и прочих интегрированных комплексных систем безопасности. К тому же, данные кабели призваны обеспечить 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 весьма 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 уже сейчас!*



#### ООО НПП «СПЕЦКАБЕЛЬ»

107076, Москва, ул. Стромынка, д. 18

Тел.: +7 (495) 921-4099 (многокан.),

603-0920, 603-0781

тел.: +7 (499) 268-3406, 268-0855

факс: +7 (495) 730-5719

e-mail: info@spcable.ru

[www.spcable.ru](http://www.spcable.ru)