

КАБЕЛЬ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА: требования и конструкция

В.Куськов,
генеральный директор ОАО «Армавиркабель»

Первые цифровые системы появились в начале второй половины прошлого века. Соответственно, для передачи цифровых потоков потребовались и новые высокочастотные кабели. По мере развития цифровых систем проблема создания кабелей становится все актуальнее. В стране появляются новые цифровые АТС, а кабели в основном – многопарные телефонные ТПП, предназначенные практически для низкочастотной связи. В итоге приходится искать в ТПП пары, пригодные для организации высокоскоростных подключений.

Построение современных телекоммуникационных сетей, переход с аналоговых на цифровые автоматические станции потребовали новых технических решений в организации каналов связи. Медные и волоконно-оптические кабели связи, радиорелейные, спутниковые системы – все это позволяет создать для абонентов комплексную сеть, способную предоставлять современные услуги связи. В последние годы большое внимание уделяется развитию широкополосного мультисервисного доступа. В основу разработки требований к кабелям широкополосного доступа заложены технические характеристики оборудования цифрового уплотнения сетей доступа и схемы организации связи. Соответственно, цифровые кабели с медными жилами для систем широкополосного доступа резко отличаются от своих собратьев 20 века.

Каким требованиям должен удовлетворять современный медножильный кабель для систем широкополосного доступа (ШПД)? Главное в характеристике новых кабелей – допустимые рабочие частоты. Кроме того, необходимо учитывать назначение кабеля – для транспортной сети или для сети абонентского доступа; скорость передачи информации, число каналов, емкость кабеля, особенности прокладки (канализация, грунт, подвеска), необходимость защиты от попадания влаги, от грызунов и т.п. Причем кабель должен быть долговечным и в то же время дешевым.

Рассмотрим особенности конструкций современных медножильных кабелей.

ВИТАЯ ПАРА: ВОПРОСЫ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ

Полезный сигнал по проводам витой пары передается одинаковыми противофазными напряжениями, которые затем усиливаются дифференциальными каскадами магистрального приемника. Подавление помех в витой паре основано на том, что электромагнитная волна помехи наводит в проводах витой пары синфазные напряжения (соответственно, и токи) одинаковой величины при наличии двух условий: длина волны помехи много больше расстояния L между проводниками (условие синфазности) и комплексные сопротивления Z проводников по отношению к земле и другим цепям строго равны на всей длине линии в широком диапазоне частот. Напряжение на выходе дифференциального усилителя пропорционально разнице напряжений сигналов на его входах. При поступлении равных напряжений на входы дифференциального усилителя выходное напряжение $U_{\text{вых}}$ будет равно нулю. Следовательно, если помеха наводит строго одинаковые сигналы на проводники витой пары в любой момент времени, тогда напряжение на выходе идеального дифференциального усилителя всегда будет равно нулю.

Современные магистральные приемопередатчики эффективно подавляют синфазный сигнал на 50–80 дБ и даже больше. Это означает, что десятки вольт синфазной помехи превратятся в доли процента аддитивной помехи милливольтового полезного сигнала. Но даже самый лучший дифференциальный приемник ничего не сможет поделаться с несимметричной кабельной системой. И сотня децибел подавления синфазного сигнала окажется беспо-

лезной, поскольку на выходы приемника изначально придут сигналы помехи в разных фазах.

Не менее вредны отклонения волнового сопротивления витой пары от заданного. Они возможны вследствие тех же причин – неточности изготовления и неоднородности диэлектрических характеристик кабеля. При нагрузке витой пары на активное сопротивление, равное волновому (терминальный резистор, встроенный в оконченное устройство), сопротивление витой пары становится активным в широком диапазоне частот, и линия переходит в режим бегущей волны. Это означает, что и форма сигнала, и фронты будут передаваться практически без искажений, установится оптимальный режим передачи энергии с одного конца кабеля на другой с минимальным затуханием. Если же волновое сопротивление витой пары отклоняется от номинального, на которое рассчитан терминатор, в линии появляются стоячие волны, а в ее комплексном сопротивлении – реактивная составляющая (емкостная или индуктивная, в зависимости от физической длины кабеля). Как известно, любая емкость или индуктивность приводит к искажению формы сигнала и к затягиванию фронтов, а именно пологие фронты – причина ложных срабатываний магистральных приёмников. Кроме того, режим передачи энергии становится неоптимальным, затухания возрастают. Ситуация усугубляется при излишних перегибах кабеля при монтаже и при резких поворотах кабельной трассы. В этих случаях возможно смещение проводников витой пары относительно друг друга, что характерно для дешевого кабеля.

Так что не стоит ожидать рекордной помехозащищенности, высоких скоростей и расстояний передачи данных от кабеля, изготовленного из сомнительного металла на разбитом отечественном или китайском оборудовании.

КАБЕЛЬ ДЛЯ DSL-ДОСТУПА

Для реализации возможностей DSL-технологий требуется соответствующая среда передачи – кабель широкополосного доступа (КШД). Он предназначен для работы на городских, корпоративных, сельских сетях для традиционной телефонной связи, широкополосного интернет-доступа, многоканального телевидения, интернет-телефонии, видеотелефонии, дистанционного обучения, системы охранной сигнализации, видеонаблюдения, сбора информационных данных.

Кабели должны быть рассчитаны на применение с оборудованием симметричных и асимметричных технологий xDSL. Электрические характеристики КШД должны обеспечить передачу информации по одной витой паре на скоростях до 20 Мбит/с при передаче сигнала в полосе до 2,2 МГц и до 51,84 Мбит/с – в диапазоне частот до 4,0 МГц. Для выполнения требований электромагнитной совместимости цепей ADSL и VDSL следует учитывать возможность организации многопроводной передачи на скорости до 155,52 Мбит/с.

Протяженность линий широкополосного доступа должна быть не менее 1500 м; емкость кабеля – от 5 до 50 пар. Диаметры токопроводящих жил (ТПЖ) составляют 0,5; 0,64; 0,9 мм, изоляция ТПЖ выполняется на основе "сплошных" и "пористых" технологий. Кабель должен обеспечивать прокладку в телефонной канализации, в грунт, внутри зданий. Он должен быть обеспечен защитой от проникновения влаги в сердечник и от грызунов.

Электрические характеристики кабелей должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 53538-2009 "Многопарные

кабели с медными жилами для цепей широкополосного доступа. Общие технические требования". При разработке конструкции кабеля должно быть предусмотрено применение новых материалов, обеспечивающих уменьшение затухания и снижение себестоимости. Для снижения взаимных влияний пары в сердечнике должны иметь различные между собой шаги скрутки.

Существует несколько вариантов пластмассовой изоляции ТПЖ: сплошная стандартной величины, сплошная утолщенная, пористая, пленкопористая и пленкопористая пленочная. Наряду с неоспоримым преимуществом пористой изоляции токопроводящей жилы есть и некоторые проблемы с ее применением. Она более чувствительна к качеству гидрофобного заполнителя и обладает меньшей механической прочностью.

Межжильное пространство (сердечник) цифровых кабелей заполняется гидрофобными материалами. Наиболее распространены гидрофобные заполнители на основе нефтепродуктов, что может привести к их быстрому старению. Поэтому все более широкое распространение получают "сухие" материалы для водоблокирования – это водоблокирующие элементы в виде жгутов, лент, нитей, покрытых специальным водонабухающим составом.

Важный элемент КШД – поясная изоляция. Она механически скрепляет жилы, а при технологической операции ошланговывания предотвращает их "приваривание". Кроме того, поясная изоляция дополнительно усиливает изоляцию жил от перенапряжений вследствие влияния электромагнитных полей и способствует уравниванию рабочих емкостей цепей. В качестве поясной изоляции могут использоваться бумажные, полиэтиленовые, поливинилхлоридные, полиамидные и полиэтилентерефталатные ленты. Она может быть однослойной, двухслойной, а также на основе водоблокирующих лент.

Экран кабеля может накладываться как продольно, так и спирально. Современные материалы экрана – как алюмополиэтилен, так и алюмофлекс. В качестве экрана может служить бронь (в том числе и предназначенная для защиты от грызунов). Для защиты от грызунов может применяться бронь из оцинкованной проволоки диаметром 0,3 мм с разреженностью до 1,5 мм. Поверх экрана (брони) в кабеле должна быть наложена оболочка – шланг из светостабилизирующего полиэтилена. Кабели для воздушной прокладки должны быть с тросом.

В качестве оболочки кабелей применяются пожаробезопасные полимеры, не распространяющие горение. Наиболее традиционный изоляционный материал – ПВХ (поливинилхлорид). Он эластичен, прочен и не горюч. Однако у ПВХ не слишком хорошо сдерживает влагу и гонится в основном для внутренней прокладки. Температурный диапазон ПВХ составляет от -20 до 60°C.

Полиэтилен обладает целой комбинацией выдающихся качеств, делающих его незаменимым в кабельной промышленности. Прежде всего, у полиэтилена отличные электрические и механические параметры: он прочный и достаточно жесткий, хорошо защищает от влаги, подходит для наружной прокладки, имеет широкий диапазон температур эксплуатации (от -60 до 80°C). Кроме того, он дешевле ПВХ.

Используется и хлорированный полиэтилен (ХПЭ, СРЕ), который обладает высокой химической стойкостью и не горит. Его температурный диапазон – от -65 до 90°C.

Проводники в медных парах бывают одножильными и многожильными. Одножильный проводник образует одна монолитная медная проволока. Кабель с такими проводниками относительно жесткий и используется при фиксированном монтаже в канализацию и в грунт. Воздушная подвеска не может относиться к фиксированной. Резкие температурные колебания, особенно в горной местности Северного Кавказа, ветровые нагрузки не исключают частые изгибы кабеля и перелом токопроводящей жилы, особенно в месте крепления к опоре.

Многожильный проводник исключает этот недостаток. Чем больше в кабеле проводников, тем он гибче. А самое главное, он обладает более низким высокочастотным сопротивлением вследствие поверхностного эф-

фекта (скин-эффект) и как следствие – намного меньшим затуханием.

Все большее применение (особенно в сельской местности) находят комбинированные кабели связи (оптические волокна плюс витые медные пары).

* * *

Таким образом, современный КШД – это конструктивно и технологически сложный продукт, потребительские свойства которого зависят от тщательности соблюдения всех технических требований как к технологии изготовления, так и к материалам. Поэтому при выборе кабелей из всего многообразия не стоит руководствоваться только ценой. ■

ОАО "ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ" КОЛЬЧУГИНСКИЙ ЗАВОД" НАЧНЕТ ВЫПУСК ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ

Строительство всех новых магистральных и внутризоновых сетей связи в нашей стране ведется именно на базе волоконно-оптических линий. Они же широко внедряются в городские сети, заменяя традиционные медные кабели на соединительных участках между АТС и узлами доступа сетей передачи данных. Создается оптическая инфраструктура нового поколения. Отвечая на вызов времени, на ОАО "Электрокабель" Кольчугинский завод" в конце осени 2011 года планируется наладить производство и начать выпуск волоконно-оптических кабелей.

В целом, 2011 год для предприятия по праву можно назвать годом техпереворужения. В каждом основном цехе появится новое современное оборудование, а значит, завод увеличит объемы производства продукции, уменьшит затраты и начнет выпускать новые для себя изделия, прежде всего –

волоконно-оптические кабели.

Поскольку политика завода предполагает выпуск продукции самого высокого качества, для оснащения предприятия подписаны контракты на поставку технологических линий ведущими мировыми лидерами, имеющими большой опыт производства специализированного оборудования. Освоение производства пройдет в два этапа. Реализация первого этапа позволит начать выпуск пяти видов продукции: небронированные кабели для прокладки в кабельной канализации и защитных полиэтиленовых трубах; кабели для прокладки в кабельной канализации, бронированные стальной гофрированной лентой; кабели подвесные с выносным силовым элементом; подвесные самонесущие кабели и подвесные кабели с силовыми элементами, интегрированными в оболочку. Все эти виды кабелей могут иметь число волокон до 256

для кабелей модульной скрутки и до 96 для кабелей с центральной трубкой.

На втором этапе освоения производства волоконно-оптических кабелей будет приобретено оборудование для наложения проводочной брони из стальных проволок и стеклопластиковых прутков, а также проведена модернизация оборудования для выпуска распределительных кабелей внутренней прокладки с плотным буферным покрытием волокна. Это позволит занять практически все значимые ниши на рынке волоконно-оптических кабелей.

Поэтому на заводе «Электрокабель» в будущее смотрят с оптимизмом – увеличение объемов и качества выпускаемой продукции, освоение новых изделий дают к этому все основания.

О.Билетова,
www.elcable.ru