

СИММЕТРИЧНЫЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА АРХИТЕКТУРЫ FTTx

В.Баннов, директор по стратегическому развитию и маркетингу ЗАО "СКК"
Б.Попов, профессор ПГУТИ, к.т.н.
В.Попов, доцент ПГУТИ, к.т.н.
inkat@inbox.ru

В статье кратко излагаются конструктивные особенности и основные электрические характеристики высоконадежных малопарных симметричных кабелей, разработанных ЗАО "Самарская кабельная компания" для цифровых сетей ШПД. Применение этих кабелей позволяет отказаться от низкокачественных, в первую очередь по помехозащищенности, кабелей ПРППМ и П-247М.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Сегодня уровень доступа к Интернету и информационным услугам – основа экономического развития нашей страны. Для построения сетей широкополосного доступа (ШПД) в настоящее время широко используется архитектура FTTx, согласно которой от узла связи до точки "х" прокладывается оптический кабель (ОК), а от точки "х" до абонента используется существующий или новый электрический кабель. К сожалению, на абонентских линиях на основе кабелей типа ТПП больших скоростей передачи для всех кабельных пар достичь не удастся. Обычно скорость передачи не превышает 6 Мбит/с при длине линии не более 3 км. Поэтому на участке от точки "х" до абонента используются многопарные кабели структурированных кабельных систем емкостью до 25 пар (в основном – витая пара категории 5е), а также специальные многопарные кабели ШПД емкостью от 10 до 100 витых пар (выпускаемые в том числе и ЗАО "Самарская кабельная компания" – СКК). На этом участке применяются высокоскоростные технологии xDSL, которые обеспечивают, в зависимости от протяженности участ-

ка, скорость передачи от 25 до 100 Мбит/с (технологии ADSL2+ и VDSL2). Сегодня наиболее перспективна технология VDSL2 с применением архитектуры FTTB и FTTC [1].

Поскольку экономические условия в разных регионах России далеко не одинаковы, различны и применяемые технологии ШПД. В крупных городах широко внедряется архитектура FTTB, при которой ОК прокладывается до многоэтажного здания (многоквартирного дома). В городах областного подчинения и крупных сельских поселках чаще используется архитектура FTTC, когда от узла связи до микрорайона, квартала или группы домов прокладывается ОК, а до абонентов – кабели с медными жилами, по всем парам которых передаются сигналы xDSL. Показательным в плане применения архитектуры FTTC является ОАО "Башинформсвязь".

Преимущества архитектуры FTTC по сравнению с FTTB – сокращение времени подключения абонентов, простота настройки оборудования, сохранение интерфейсов жилых домов, так как активное оборудование размещается не в домах, а в уличных шкафах.

Согласно планам развития абонентского ШПД, в России в 2015 году 60% домохозяйств должны иметь скорость доступа до 100 Мбит/с. Эту достаточно важную и трудоемкую работу можно решить только путем полномасштабной замены устаревшей инфраструктуры телефонной абонентской сети на высокоскоростную цифровую сеть доступа, которая обеспечит предоставление широкого спектра современных мультимедийных инфокоммуникационных услуг. Для обеспечения абонентов высокоскоростным абонентским цифровым доступом на отдельных участках сети ШПД наиболее целесообразно использовать высоконадежные симметричные кабели емкостью от 10 до 100 пар, разработанные специально для этих целей СКК совместно с ФГУП "ЛОНИИС". Для села, где плотность населения низка, СКК разработала высоконадежные малопарные симметричные кабели емкостью от одной до пяти пар. Применение этих кабелей позволяет отказаться от использования на селе низкокачественных, в первую очередь по помехозащищенности, кабелей ПРППМ и П-247М. Здесь уместно отметить, что малопарные кабели широко используются оператором "Башинформсвязь" для реализации программы ШПД на селе [2].

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАБЕЛЕЙ ДЛЯ ШПД

СКК в начале 2009 года освоила производство многопарных симметричных кабелей типа КЦПппП и КЦПппЗ с пятипарными экранированными пучками, емкостью от 10 до 100 пар, с пленко-пористо-

пленочной полиэтиленовой изоляцией и с диаметром медных жил 0,4; 0,5; 0,64 и 0,7 мм. Пленко-пористо-пленочная изоляция состоит из трех слоев – сплошного полиэтилена, пористого полиэтилена и снова сплошного полиэтилена. Кабели изготавливаются по технологии витой пары, аналогично кабелям структурированных кабельных систем. Применение пятипарных экранированных пучков на основе витой пары с согласованными шагами скрутки в пределах 12–29 мм снижает взаимовлияние между цепями как внутри пучков, так и между ними, тем самым позволяет использовать абсолютно все пары кабеля для цифровых систем.

Малопарные кабели КМЦП и КМЦПпп выпускаются емкостью от двух до пяти пар с номинальным диаметром медных жил 0,5; 0,64 и 0,9 мм. В их конструкции используется сплошная или трехслойная пленко-пористо-пленочная полиэтиленовая изоляция. Для защиты от влаги в кабельный сердечник вводится гидрофобный наполнитель или водоблокирующие элементы. Преимущество водоблокирующих материалов в конструкциях кабелей по сравнению с гидрофобными наполнителями – сохранение диэлектрических и механических свойств изоляции токопроводящих жил, более высокая стабильность электрических характеристик, а также удобство и безопасность монтажа.

Малопарные кабели экранируются алюмополимерной лентой с алюминиевым слоем толщиной не менее 0,08 мм. Для защиты от грызунов в конструкции кабеля предусмотрена оплетка из сталь-

Таблица 1. **Результаты измерения переходного затухания на ближнем конце между комбинациями цепей кабеля КЦПппЗПоп 5×2×0,5 длиной 1 км, A_0 , дБ**

Частота, МГц	Пары									
	1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5	3-4	3-5	4-5
0,25	80,8	100,3	72,5	72,9	97,8	71,3	84,2	76,6	81,1	80,3
0,52	82,7	79,2	84	63	89,1	67,3	85,7	72,6	69,9	79
1,00	74,9	75,5	86,5	66,3	86,2	73,8	79,1	70,1	66,7	67,1
2,20	80,6	68,6	78,7	69,1	79,1	68,1	80,9	65,8	62,3	64,3
4,10	71,8	71,5	63,6	61	69,4	59,7	71,4	60,1	57,4	59,1
8,00	60	59,7	60,9	64,4	65,1	57,1	65,3	54,7	49,7	50,3

Таблица 2. **Результаты измерения защищенности на дальнем конце между комбинациями цепей кабеля КЦПппЗПоп 5×2×0,5 длиной 1 км, A_3 , дБ**

Частота, МГц	Пары									
	1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5	3-4	3-5	4-5
0,25	78,3	92,1	76,1	80,3	98,1	91,3	100	92,3	97,6	96,4
0,52	75,8	84,3	69,8	63,8	89,3	76,7	91,3	81,7	90,3	90,7
1,00	66,5	86,4	71,4	61,8	75,9	71,3	74	80	81,7	81,3
2,20	62,1	69,1	59,6	57,4	65	63,1	69,9	67,3	77,3	76,7
4,10	68,2	64,4	56,3	54,7	58,4	58,3	62,1	60	70,9	70,1
8,00	68,2	56,3	50,3	46,2	51,1	51,8	65,9	64,7	63,1	61,9

ной оцинкованной проволоки диаметром 0,2–0,3 мм при плотности оплетки не менее 10%. Кабели могут иметь броневые покровы из двух стальных лент толщиной 0,1 мм или из гофрированной стальной ленты.

Сегодня при изготовлении много- и малопарных кабелей для ШПД предпочтение отдается трехслойной пленко-пористо-пленочной изоляции жил, так как именно она наиболее полно отвечает требованию минимизации потерь на высоких частотах, что обеспечивает снижение рабочей емкости и, как следствие, затухание кабельной цепи. При этом сокращаются расходы на материалы и уменьшается стоимость кабеля.

Высокая скорость передачи по этим кабелям обеспечивается конструкцией и технологией производства. Так, система автоматического регулирования погонной емкости и диаметра изолированной жилы при наложении пленко-пористо-пленочной изоляции методом физического вспенивания обеспечивает повышенную диэлектрическую и геометрическую однородность жилы, а следовательно – и высокую симметрию цепей. Физическое вспенивание изоляции обеспечивает заданную величину коэффициента затухания, а также рабочую емкость цепей внутри экранированных пучков на уровне 50 нФ/км.

Однопарный кабель КАЦП и КАЦПпп выпускается на замену устаревшего кабеля ПРППМ с параллельной укладкой жил. Технология изготовления однопарного кабеля аналогична малопарному. Этот кабель, как и малопарные, предназначен для прокладки в грунте, в телефонной канализации, по

стенам зданий и для подвески на опорах, в условиях повышенной влажности. Для защиты от грызунов предусмотрена оплетка из стальных оцинкованных проволок диаметром 0,2–0,3 мм. На конструкцию однопарного кабеля ЗАО "СКК" получен патент.

Для обеспечения высоких и стабильных электрических характеристик всех рассматриваемых кабелей экструдеры, в которых на медную жилу накладывается сплошная или пленко-пористо-пленочная изоляция, оборудованы системой автоматического регулирования погонной емкости и диаметра изолированной жилы, а также системой поддержания минимального эксцентриситета жилы в изоляции.

ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ МЕЖДУ ЦЕПЯМИ

Одна из основных и самых трудных задач, связанных с применением симметричных кабелей на сетях ШПД, – обеспечение необходимой защищенности от взаимных влияний между цепями. Для этих кабелей необходимо выполнить норму на переходное затухание на ближнем конце NEXT (A_0) и защищенность на дальнем конце ELFEXT (A_3). Согласно ГОСТ Р 53538-2009 [3], для систем ADSL и ADSL2 с максимальной рабочей частотой 1,1 МГц $A_0 \geq 60$ дБ, $A_3 \geq 40$ дБ. Для систем ADSL2 с максимальной рабочей частотой 2,2 МГц $A_0 \geq 55$ дБ, $A_3 \geq 35$ дБ.

Анализ измерений, проводимых на строительных длинах малопарных кабелей при помощи прибора PSM-39 (табл.1 и 2), показывает, что по величине переходных затуханий на ближнем и защищенности на дальнем концах эти кабели полностью удовлетворяют требованиям современных си-

стем xDSL и на 5–10 дБ выше норм, установленных ГОСТ Р 53538-2009.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ ИЗОЛЯЦИИ МАЛОПАРНЫХ КАБЕЛЕЙ

Кабель связи, как составная часть цифровых систем ШПД, должен быть защищен от воздействия внешних электромагнитных полей. Особенно это касается случаев, когда кабели прокладываются в непосредственной близости с ЛЭП и железными дорогами. Кроме того, в последние годы наблюдается увеличение грозовой активности, вызванное изменением климата.

Испытания на пробой между жилами, а также между жилами и экраном на образцах малопарного кабеля марки КМЦПппЗП-3×2×0,64 проводились напряжением переменного тока при помощи пробойной установки УМУ-1М в соответствии с ГОСТ 2990-78. Статистическая обработка пробивных напряжений показала, что среднее значение напряжения пробоя исследуемых образцов кабеля составляет между жилами 9,57 кВ, а между жилами и экраном – 15,4 кВ при среднеквадратическом отклонении 0,33 и 1,1 кВ, соответственно. Эти значения пробивных напряжений значительно превосходят величины испытательных напряжений, приведенные в ГОСТ Р 53538-2009 [3].

Столь высокая электрическая прочность объясняется наличием на медной жиле двух пленок из сплошного полиэтилена, а также достаточно высокой однородностью вспененного азотом про-

межуточного слоя изоляции, что обусловлено множеством мелких закрытых пор. Исследования позволяют сделать вывод о высокой защищенности цепей кабеля от внешних электромагнитных полей.

* * *

Таким образом, выпускаемые СКК много- и малопарные кабели связи со сплошной и пленко-пленочно-пленочной изоляцией полностью отвечают требованиям технических условий на их производство, обладают высокой электрической прочностью изоляции. По величине переходных затуханий на ближнем и защищенности на дальнем концах они соответствуют требованиям ГОСТ Р 53538-2009 для ШПД-систем xDSL при полной загрузке ими кабеля.

Внедрение этих кабелей на цифровых сетях ШПД позволит значительно повысить скорость передачи и тем самым улучшить доступность населения к ресурсам Интернета и информационным услугам на его основе.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Башилов Г.** Лебединая песня или СиPON. – Журнал сетевых решений LAN, 2011, №4.
2. **Квашнин П.С., Ощепков Н.А., Попов Б.В.** Широкополосный доступ на сетях электросвязи ОАО "Башинформсвязь". – Вестник связи, 2009, №9.
3. Многопарные кабели с медными жилами для цепей широкополосного доступа. ГОСТ Р 53538-2009.