

# КАЧЕСТВО LAN-КАБЕЛЕЙ – основа надежной работы СКС и сетей ШПД

**В. Андреев**, д.т.н., президент ПГУТИ,  
**А. Бульхин**, к.т.н., президент АО "Самарская  
кабельная компания",  
**Б. Попов**, к.т.н., профессор ПГУТИ,  
**В. Попов**, к.т.н., профессор ПГУТИ / [inkat@inbox.ru](mailto:inkat@inbox.ru)

УДК 679.746.52, DOI: 10.22184/2070-8963.2020.86.1.34.37

Качество LAN-кабелей в значительной степени определяется однородностью изолированной медной жилы. Рассмотрена оценка рабочей емкости витой пары, которая берется за основной параметр в системе автоматического регулирования погонной емкости и диаметра изолированной жилы. Сформулированы практические рекомендации по обеспечению высокой однородности кабелей при изолировании медной жилы.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сегодня в мире и в нашей стране симметричные LAN-кабели широко используются не только в структурированных кабельных системах (СКС), для которых они были изначально разработаны, но и на операторских сетях фиксированного широкополосного доступа (ШПД). Обусловлено это тем, что внедрение перспективной архитектуры FTTH с доведением оптического кабеля до квартиры абонента является пока еще достаточно дорогостоящим. Как следствие этого операторы связи продолжают активно использовать архитектуры FTTB и FTTC, как более экономичные. При этом на сегменте сети от узла агрегации до многоэтажных домов или микрорайона (квартала) применяются оптические кабели, а на абонентском участке прокладываются медножильные симметричные кабели, передача по которым осуществляется оборудованием технологий семейств xDSL либо Ethernet.

Эти технологии ШПД в России широко применяются практически на всех местных сетях – от небольших поселков до городов. Их

продолжают использовать и операторские компании многих европейских стран. Так, по данным компании Deutsche Telekom, расходы на строительство сетей ШПД технологии VDSL2 примерно на 70% меньше, чем при технологии FTTH [1]. Применение достаточно нового метода векторизации способствует довольно значительному росту скорости передачи информации по цепям медножильных кабелей. Технология G.fast позволяет передавать данные со скоростью до 1 Гбит/с при длине линии связи до 200–250 м. Это вполне приемлемые показатели для линий ШПД. Опыт работы на реальных сетях доступа показывает, что достичь их можно только используя высокооднородные кабели. К сожалению, эта технология российским специалистам мало известна, однако она успешно конкурирует на ряде зарубежных рынков с технологией FTTH.

На всемирном форуме BBWF, состоявшемся в октябре 2018 года в Берлине, было отмечено, что хотя символический рубеж в 1 млрд абонентов фиксированного ШПД перейден осенью 2018 года, но проникновение фиксированного доступа еще далеко от насыщения [2].

Увеличение скорости передачи информации на сетях ШПД и в СКС предъявляет все более высокие требования к качеству LAN-кабелей. Для того чтобы добиться высокой эффективности сетей ШПД нужно стремиться к тому, чтобы уплотнить как можно больше кабельных цепей. Уплотнение цепей является возможным только в кабелях повышенной однородности. Повышенная однородность кабеля обеспечивается многими технологическими приемами, однако наибольшее значение имеет однородность изолированной медной жилы. Важна как геометрическая, так и диэлектрическая ее однородность. В данной статье рассматриваются вопросы обеспечения однородности изолированной жилы LAN-кабелей производства АО "Самарская кабельная компания" (СКК).

Серийный выпуск LAN-кабелей начат в АО "СКК" во второй половине 2019 года. Для выпуска этой продукции приобретено современное импортное высокоскоростное специализированное оборудование, обеспечивающее высокое качество кабеля. Технологический процесс производства изолированной жилы является модернизированным, совмещающим в себе сразу несколько последовательных технологических операций: волочение, отжиг и изолирование медной жилы.

Изготовление изолированной жилы производится на поточной линии, в состав которой входят волочильная машина М30, приставка отжига Niehoff и экструзионная линия производства компании Mailliefer. Экструдер линии оснащен шнеком с зоной смешивания, который обеспечивает получение абсолютно однородной расплавленной пластической массы, а также линейную производительность на всем диапазоне скоростей при всех условиях работы. Узел подогрева токопроводящей жилы обеспечивает требуемое значение адгезии изоляции к медной жиле. Экструзионная линия оснащена приборами контроля погонной емкости,

диаметра и эксцентриситета изолированной жилы, проверки электрической прочности изоляции компаний Zumbach и Sicora. Измерители погонной емкости и диаметра включены в систему автоматического регулирования линии и обеспечивают заданные требования к изолированной жиле, в том числе по емкости, диаметру, толщине изоляции, concentричности. Допуск на толщину изоляции составляет  $\pm 1\%$  (0,003 мм), допуск на номинальную емкость – менее 2 пФ, concentричность – более 0,95.

Для контроля качества LAN-кабелей на заводе используется стационарная измерительная система AESA-9500 производства швейцарской компании AESA Cortaillod. Данная система позволяет контролировать параметры таких кабелей в диапазоне частот до 350 МГц (категории 5e, 6) до 25 пар за одно подключение. Система прошла процедуру по утверждению типа, внесена в госреестр СИ под № 35152-07 и подвергается периодической поверке во ВНИИФТРИ.

Важным преимуществом данной системы по сравнению с кабельными тестерами является возможность автоматического приведения результатов измерения к нормируемой длине и температуре. В случае необходимости проведения измерений вне стационарных условий на предприятии используется кабельный тестер Fluke Networks DSX-600.

Вторым, не менее значимым, гарантом качества LAN-кабелей является применение в конструкции только качественных материалов. Для изготовления токопроводящих жил используется медная катанка от АО "Уралэлектромедь", известная как одна из лучших среди производимых в России. Применение данной катанки гарантирует стабильное электрическое сопротивление и низкое значение собственного затухания. Для изоляции применяется полиэтилен фирмы Borealis, обеспечивающий стабильность электрических характеристик кабеля.



**САМАРСКАЯ КАБЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ**

**SAMARA CABLE COMPANY**



**ПРЕДЛАГАЕТ:**

Кабели высокочастотные парной скрутки для структурированных кабельных систем, в т.ч.:

- с оболочкой из поливинилхлоридного пластика, не распространяющего горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и газовыделением;
- с оболочкой из полимерной композиции, не распространяющей горение при групповой прокладке и не выделяющей коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении;
- с оболочкой из поливинилхлоридного пластика, не распространяющего горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и газовыделением и с низкой токсичностью продуктов горения.

Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ ISO 9001-2015, IATF 16949:2016 (для потребителей автопроизводителей), ГОСТ РВ 0015-002-2012 (для потребителей продукции специального назначения). Система экологического менеджмента сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 14001-2016.

**АО «Самарская Кабельная Компания»**  
 443022, г. Самара, ул. Кабельная, 9  
 Тел./факс (846) 279-12-10, 276-98-99  
 E-mail: sales@samarscable.ru  
 www.samarscable.ru

Здесь уместно отметить, что в АО "СКК", которое присутствует на рынке более 65 лет (являясь преемником знаменитого Куйбышевского завода кабелей связи), функционирует система менеджмента качества (СМК) как средство, обеспечивающее демонстрацию своей способности постоянно поставлять продукцию, отвечающую требованиям потребителей и соответствующую требованиям законодательным и нормативной документации. Руководство компании ставит своей целью повышение удовлетворенности потребителей посредством результативного применения СМК, включая процессы улучшения. В рамках инспекционных проверок СМК подтверждено действие сертификатов соответствия систем менеджмента требованиям российских и международных стандартов: ISO 9001; ISO 14001; ГОСТ РВ 0015-002. Работа по подтверждению соответствия СМК требованиям международных стандартов позволяет подтвердить статус одного из лучших поставщиков кабельной продукции вообще и LAN-кабелей в частности.

Анализ рынка LAN-кабелей в России показывает, что несмотря на то, что этот сегмент составляет сегодня основную долю отечественного рынка кабелей связи с медными жилами, до сих пор в значительной степени он принадлежит зарубежным компаниям [3]. Необходимо подчеркнуть, что на нашем рынке присутствуют китайские LAN-кабели с биметаллическими жилами, которые дешевле отечественных, но не отвечают требованиям СКС и ШПД. К сожалению, многие операторы и интернет-провайдеры вместо поиска оптимального соотношения цена/качество отдают предпочтение только низким ценам.

Выше было отмечено, что качество LAN-кабелей в значительной, если не в определяющей, степени зависит от однородности изолированной жилы. Неодинаковость диаметров (толщины изоляции) изолированных жил, а также различие диэлектрической проницаемости изоляции жил, составляющих рабочую пару, являются одной из основных причин возникновения значительных электромагнитных влияний между цепями кабеля связи.

С целью повышения качества изолированной медной жилы используется специальная система ее протяжки. Протяжка жилы производится сразу после ее выхода из экструдера. Технологическая операция протяжки может выполняться со скоростью до 2000 м/мин. Для обеспечения конструктивных параметров цепей, характеризующих их однородность (высокая концентричность проводника, отсутствие овальности) в процессе их производства, на заводе разработана и внедрена система

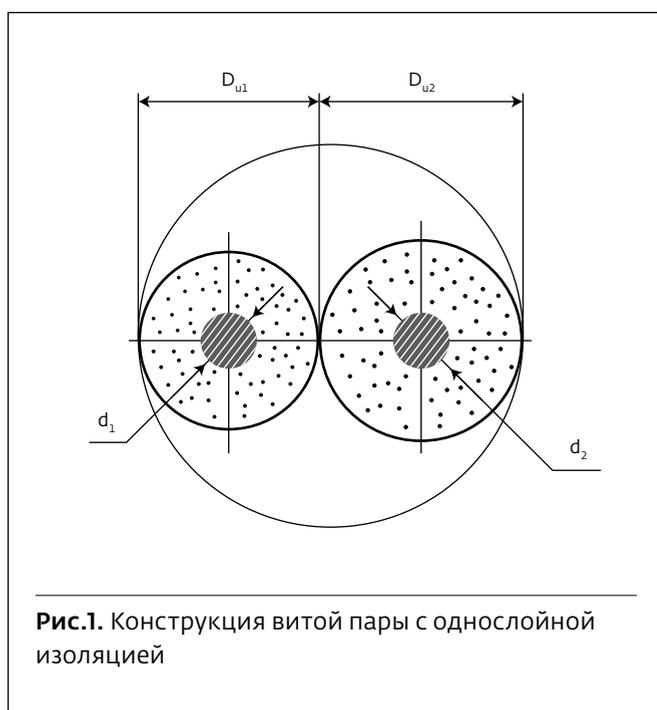


Рис.1. Конструкция витой пары с однослойной изоляцией

автоматического регулирования технологического процесса, которая позволяет соблюдать установленные допуски таких важнейших параметров изолированной жилы, как диаметр по изоляции и погонная емкость [4]. Далее рассмотрим более подробно оценку рабочей емкости витой пары с целью обеспечения высокой однородности изолированной жилы.

#### ОЦЕНКА РАБОЧЕЙ ЕМКОСТИ ВИТОЙ ПАРЫ

Диаметр по изоляции и погонная емкость цепи тесно связаны с параметром рабочей емкости цепи  $C$ , определяют его величину, и, наоборот, величина  $C$  определяет величину погонной емкости и диаметр изолированной жилы. Параметр рабочей емкости цепи LAN-кабелей нормируется: у качественных высокооднородных кабелей ее номинальное значение не должно превышать 50 нФ/км.

В [5] рассмотрена задача оценки рабочей емкости  $C$  витой пары (рис.1) с помощью конформных преобразований. Задавшись нормируемой величиной рабочей емкости и диаметром медной жилы, можно определить эквивалентную диэлектрическую проницаемость изоляции и номинальный диаметр изолированной жилы. Для расчета номинальной величины погонной емкости  $C_{\text{пог}}$  в [5] получено следующее выражение:

$$C_{\text{пог}} = \frac{\varepsilon_{\text{экв}} \times 10^{-6}}{18 \times \ln \frac{D_{\text{и}}}{d}}, \text{ пФ/м,}$$

где  $D_e$  – эквивалентная диэлектрическая проницаемость изоляции;  $D_n$  – номинальный диаметр изолированной жилы;  $d$  – диаметр медной жилы.

Чтобы настроить систему автоматического регулирования погонной емкости при наложении изоляции на экструдере, нужно ориентироваться на номинальную величину погонной емкости. Так, для LAN-кабеля со сплошной полиэтиленовой изоляцией и диаметром жил 0,52 мм номинальное значение погонной емкости изолированной жилы  $C_{\text{пог}}$  составляет 209 пФ/м при диаметре изолированной жилы  $D_e = 0,96$  мм.

Процесс наложения изоляции осуществляется в экструзионной головке при помощи формирующего технологического инструмента (дорна и матрицы), в котором расплав полимера формируются в цилиндрический слой. Отцентрировать наложение изоляции на жилу можно изменяя положение матрицы по отношению к дорну. Головка экструдера снабжена специальными регулировочными болтами. Путем их регулировки можно менять положение матрицы по отношению к дорну. Датчик диаметра токопроводящей жилы размещается непосредственно перед входом в головку экструдера, датчик диаметра и эксцентриситета изолированной жилы – сразу после водяной ванны охлаждения. Также имеются датчик погонной емкости, прибор, контролирующий электрическую прочность изоляции, и счетчик длины.

Кроме точной настройки всех узлов экструзионной линии и параметров технологического процесса важнейшее значение имеет система автоматического контроля и автоматического регулирования погонной емкости и диаметра изолированной жилы. Диаметр по изоляции автоматически настраивается и поддерживается с помощью системы контроля  $C_{\text{пог}}/D_n$  (емкость/диаметр) путем регулировки скорости экструдера. Система автоматического регулирования  $C_{\text{пог}}/D_n$  позволяет получить оптимальные

геометрические и диэлектрические параметры изолированной жилы.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог рассмотрения влияния технологии наложения полиэтиленовой изоляции на качество LAN-кабелей, следует отметить, что процесс изолирования медной жилы существенно сказывается на однородности изолированной жилы и, как следствие, на параметрах передачи и взаимного электромагнитного влияния. Высокая однородность конструкции изолированной жилы во многом определяет однородность кабеля в целом. Тонкая настройка всех узлов и рабочих параметров автоматической экструзионной линии, применение эффективной системы автоматического регулирования погонной емкости и диаметра изолированной жилы являются основой технологии серийного производства высококачественных кабелей для СКС и сетей ШПД.

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Спрайт П., Ванхастел С.** Повышение скорости передачи в линиях VDSL2 методом векторизации // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2016. № 5. С. 64–67.
2. **Попов С., Набоких Л.** BBWF-2018: фиксированный широкополосный доступ берет курс на SDN // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2018. № 8. С. 60–66.
3. **Воронцов А.** Российские кабели для телекоммуникаций: динамика производства в 2017 году // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2018. № 2. С. 24–27.
4. **Чостковский Б.К.** Методы и системы оптимального управления технологическими процессами производства кабелей связи. – М.: Машиностроение, 2009. 190 с.
5. **Чостковский Б.К., Смородинов Д.А.** Математическая модель витой пары радиочастотного кабеля объекта управления // Вестник Самарского государственного технического университета. 2008. Вып. 1. С. 113–119.

1000 метров в минуту  
Будущее наступило

Волокно входит в наши дома семимильными шагами, эффективность производства – единственно верный путь к вашему успеху. Отважьтесь выйти за границы возможного и сможете увидеть скорости линии завтрашнего дня с нашей новой линией OEL 40///Explore для наложения вторичного покрытия на волокно.

www.maillifer.net | blog.maillifer.net

wire  
Düsseldorf  
30.3. - 3.4.2020  
Hall 10, Stand C22

MAILLEFER