



# БЗОР

## ЗАРУБЕЖНОЙ ПРЕССЫ

По страницам журнала  
«Wire Industry», № 858, 2005



### ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ЭКСТРУЗИЯ.

#### Аспекты технологического процесса и контроля

В настоящее время рабочая группа IEEE 802.3 разрабатывает стандарт на кабели для высокоскоростных сетей Ethernet (10 Гбит/с), который должен быть введен в действие в 2006 году. Новые требования стандарта неизбежно поставят перед изготовителями кабелей и поставщиками оборудования новые задачи. Высокоскоростные экструзионные линии для производства LAN-кабелей и кабелей связи должны будут отвечать жестким требованиям в отношении как самого технологического процесса, так и контроля его параметров. На стабильность процесса экструзии оказывают влияние многочисленные параметры.

Существенную роль в ограничении скорости экструзии играют характеристики расплава самого экструдруемого материала. При повышении скорости возрастают деформации и напряжение в материале. Чрезмерное напряжение приводит к разрыву молекулярных цепей и ухудшению свойств материала. Некоторые материалы, например фторполимеры, чрезвычайно чувствительны к напряжению сдвига.

Другими ограничивающими факторами являются затвердевание и охлаждение изоляции после нанесения на жилу. Эти факторы зависят от времени пребывания в охлаждающей среде. Для высокоскоростных линий требуются длинные охлаждающие ванны, что в свою очередь приводит к увеличению тяговых усилий. В результате возможно чрезмерное удлинение медных жил.

Для того чтобы обеспечить требуемое качество медных жил на высокоскоростных линиях наложения изоляции, волоочильное оборудование размещают последовательно с экструзионной линией. Для обеспечения точного контроля удлинения полный отжиг проволоки осуществляется до последующего конечного волочения. Калибровочные фильеры обеспечивают вытяжку проволоки от 1 до 9 % в зависимости от заданных требований и сечения

жилы. Таким образом достигаются допустимые значения прочности при разрыве и относительного удлинения. Такая система гарантирует достижение как номинального значения, так и стабильности величины относительного удлинения, а также обеспечивает возможность очистки поверхности жилы, окисленной в процессе отжига. Поскольку высокочастотный сигнал распространяется по поверхности жилы, гладкая и чистая поверхность является гарантией оптимально низкого затухания.

В процессе изолирования жил обычно используются два типа инструмента для экструзии: для плотного наложения (с обжатием под давлением), когда расплавленный материал накладывается на жилу внутри формующего инструмента, и для наложения трубкой, когда расплав накладывается на жилу в виде трубки вне формующего инструмента. Для материалов с более высоким сопротивлением сдвигу, таких как полиэтилен, почти повсеместно применяют первый тип оборудования, так как наложение с обжатием обеспечивает требуемую concentricity изоляции и ее адгезию к жиле. Формующий инструмент для наложения трубкой используют для материалов с низким сопротивлением сдвигу, таких как фторированный сополимер этилена с пропиленом, поскольку он позволяет поддерживать низкий уровень сдвига внутри инструмента. При экструзии из расплава учитывают взаимосвязь между давлением расплава и механическим сопротивлением его течению, создаваемым компонентами экструдера, с одной стороны, и взаимосвязь между скоростью сдвига и напряжениями, влияющими на ухудшение характеристик материала, с другой стороны.

Анализ течения расплава показывает, что более 50 % падения его давления в системе происходит в зоне, примыкающей к выходу из формующего инструмента. Для этой зоны характерны также наиболее высокие значения скорости потока, скорости сдвига и механических напряжений в материале. Давление расплава связано в том числе и с вязкостью матери-

ала, и желательно, чтобы она была низкой. Однако если материал течет слишком легко, он будет деформироваться на жиле до того, как произойдет его затвердевание, то есть может иметь место провисание или сползание изоляции с жилы. Поэтому экструдированный материал должен все же обладать достаточно высокой вязкостью. Кроме того, образование и коалесценцию пузырьков в процессе вспенивания труднее контролировать при низкой вязкости материала. Скорость потока сильно возрастает в зоне матрицы головки экструдера. Кроме усилия сдвига материал подвергается растягивающим напряжениям, оказывающим ориентационное воздействие на молекулы полимера в осевом направлении, что может привести к разрыву молекулярных цепей и, следовательно, к ухудшению свойств материала. Как показывают расчеты, в начальной зоне матрицы, где жила находится в контакте с расплавом, расплавленный материал протягивается вместе с проволокой, и это приводит в результате к увеличению натяжения жилы.

Вследствие сужающейся формы матрицы головки экструдера поток ускоряется, и в связи с этим сила сопротивления уменьшается. В конечном счете условия течения становятся такими, что расплав сам протягивает жилу через матрицу и, таким образом, фактическое усилие сопротивления в головке экструдера уменьшается.

Результаты анализа течения расплава свидетельствуют о том, что внутри матрицы головки экструдера в жиле возникают дополнительные растягивающие усилия, частично скрытые от приборов контроля натяжения жилы.

Параметры, которые подлежат измерению на экструзионной линии, можно классифицировать в зависимости от того, используются ли они для контроля технологического процесса, проверок качества изделия или в целях сбора информации. Некоторые измеряемые значения можно подразделить на две категории. Параметры, используемые для контроля технологического процесса, автоматически регулируются в соответствии с заданными значениями. Параметры, характеризующие качество кабеля, используются для наладки технологического процесса и главным образом для гарантии уровня качества производства и обычно указываются в сопроводительных документах на изделие. Но они непосредственно не используются для регулирования технологического процесса.

Некоторые данные применяются только в качестве информации о технологическом процессе. Они помогают поддерживать необходимый уровень производственных параметров; их также можно использовать для устранения неисправностей. Контролируемые параметры могут зависеть друг от друга, а также от различных сочетаний нескольких параметров. Например, емкость зависит от наружного диаметра по изоляции и диэлектрической постоянной изоляции, но, в свою очередь, зависит от тем-

пературы расплава, линейной скорости и числа оборотов шнека экструдера. Какой бы совершенной ни была стратегия контроля, только компоненты линии, обладающие присущей им стабильностью, смогут обеспечить соответствие изделий требованиям по качеству при высоких производственных скоростях.

Что касается контрольно-измерительного оборудования, то недавно на рынке появилось относительно новое устройство, которое способно оказать существенное влияние на улучшение качества продукции и надежность экструзионной линии. Это устройство для измерения структурных обратных потерь методом Фурье-анализа в режиме реального времени с помощью быстрого преобразования Фурье. Такое измерение позволяет оценить эксплуатационные характеристики готового кабеля еще на стадии производства, вместо того чтобы выполнять анализ на готовых барабанах с кабелем. Обнаружение дефектных жил происходит сразу же, а не в готовых изделиях. Кроме того, такой подход можно использовать в качестве диагностического инструмента для описания режима работы производственной линии. Циклические изменения характеристик кабеля свидетельствуют либо о недостатках его конструкции, либо об износе оборудования. Неисправные компоненты технологической линии могут быть идентифицированы на стадии возникновения периодических отклонений в характеристиках кабелей. Результаты измерения могут быть также интегрированы в программу предупредительных мер по устранению неисправностей на различных узлах линии.

### **МАХИРАД – НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ продольного наложения ленты**

Метод продольного наложения ленты широко применяется в различных конструкциях кабелей: от малогабаритных LAN-кабелей до силовых кабелей низкого напряжения. Сращивание неметаллических лент выполняется относительно просто, однако для сращивания металлических лент, если не допускается соединение внахлест, требуется специальное сварочное оборудование. Стандартные металлические ленты поставляются на катушках, длинами от 1,5 до 4 км в зависимости от диаметра катушки и толщины ленты. При изготовлении кабелей большой длины требуется удлинить ленту в процессе наложения оболочки, для чего на технологической линии должны быть накопитель для ленты, дополнительное отдающее устройство и, возможно, устройство для выполнения временной полимерной накладки. Все это оборудование увеличивает длину линии наложения оболочки примерно на 10 м, а стоимость линии может возрасти более чем на 100 000 евро. При применении лазерного сварочного оборудования стоимость линии может удвоиться.

Даже при использовании самого современного сварочного оборудования качество соединения за-

висит от квалификации оператора, который в течение ограниченного времени должен выполнить до пяти сварочных операций на каждые 10 км кабеля. Снижение скорости линии позволяет увеличить время для сварки и таким образом не ухудшить качество оболочки, но приводит к снижению производительности линии.

При использовании стандартных катушек образуются отходы ленты, которые составляют от 5 до 10 % от общего количества использованной ленты, но иногда могут достигать даже 20 %.

Чтобы избежать достаточно рискованной для качества оболочки операции сварки ленты, специалисты финской компании **Compromec Oy** нашли решение, позволяющее изготавливать кабели с продольным наложением ленты длиной от 10 до 20 км, что полностью удовлетворяет запросы существующей практики. Увеличение длины ленты без выполнения сварки во время технологического процесса наложения оболочки возможно при использовании катушек с равномерной намоткой и ограничителями для ширины ленты или при увеличении диаметра катушки.

Катушки с диаметром более 940 мм достаточно тяжелые и используются редко. Разработанный компанией **Compromec** новый способ MaxiPad заключается в создании линии для предварительного увеличения длины ленты. Эта линия состоит из одного или двух отдающих устройств стандартного размера (СТА 940 или других), системы для сращивания ленты и специального приемного устройства MaxiPad (СТА 2000), которое может производить намотку ленты на катуш-

ки диаметром до 2 м. Для выполнения сращивания ленты можно использовать любое подходящее сварочное оборудование, обеспечивающее высокое качество соединения. Устройство MaxiPad (СТА 2000) устанавливается на линии наложения оболочки до начала процесса наложения. СТА 2000 содержит ленту, длины которой достаточно для наложения оболочки на кабель длиной от 10 до 20 км (при толщине ленты от 0,3 мм до 0,15 мм).

Основные преимущества нового способа продольного подпуска ленты при наложении оболочки:

- экономия производственных площадей (одна линия MaxiPad Extension Line может обслуживать несколько линий наложения оболочки);
- сокращение трудовых затрат и времени благодаря непрерывной подаче ленты;
- стабильность качества оболочки даже при уменьшении толщины ленты;
- уменьшение отходов ленты;
- возможность использования короткомеров лент, так как время сварки неограниченно;
- использование одной сварочной системы для нескольких технологических линий;
- отсутствие накопителей для ленты;
- использование только одного комплекта погрузочно-разгрузочного оборудования для катушек с лентой;
- качество сварного соединения можно проверить и исправить до начала процесса наложения оболочки.

На основании перечисленных преимуществ выполнены примерные расчеты прогнозируемой экономической выгоды.

## По страницам журнала «EuroWire», November, 2005



### «ПРОДВИНУТЫЕ» ВОЛОКНА от компании Corning

Ассортимент изделий компании **Corning Inc.** (США) для телекоммуникационного рынка достаточно широк и структурирован. Компания выпускает оптические волокна:

- марки MetroCor для кольцевых сетей зонной и городской связи, рассчитанных на высокие скорости передачи информации;
- волокна SMF-28e для зонных, городских сетей, сетей кабельного телевидения и сетей доступа;
- полный спектр волокон, рассчитанных на использование методов мультиплексирования CWDM (кодовое спектральное мультиплексирование) и DWDM (плотное спектральное мультиплексирование) для работы в диапазоне длин волн от 1310 нм до 1625 нм;
- марки NexCor для сетей доступа, включая «волоконно в дом» и кабельное телевидение;

- оптические волокна с лазерной оптимизацией марки InfiniCor, рассчитанные на высокую скорость передачи, длину волны 850 нм и предназначенные для локальных сетей передачи данных, охватывающих небольшую территорию (здания, предприятия).

В 2005 году компания **Corning** сообщила о завершении длившихся более года испытаний, связанных с новым изделием – многомодовым оптическим волокном типа InfiniCor eSX+ для расширенного доступа, сетей Ethernet на 10 Гбит/с. Для потенциальных потребителей была проведена демонстрация работы сети длиной 550 м, состоящей из шести кабелей, изготовленных с этим новым типом волокна. Демонстрационная система имела до девяти пар соединителей, 12 сращиваний кабеля, многочисленные пассивные поперечные соединения, разнообразные приемопередатчики, работающие на длине волны 850 нм; скорость передачи составляла 10 Гбит/с.

В процессе демонстрации было показано, что безошибочная передача информации на расстояние 550 м нарушалась только при ослаблении оптического сигнала в 10 раз. Это произвело большое впечатление как на опытных «продвинутых» потребителей, так и на специалистов по созданию сетей.

**РАЗРАБОТКА НЕБРОНИРОВАННОГО оптического кабеля из 432 волокон с дорожкой для тонового сигнала для прокладки в однодюймовых каналах**

Компания **Corning Cable Systems** (США) разработала новый небронированный оптический кабель, состоящий из 432 волокон, с дорожкой для тонового сигнала, который можно прокладывать в каналах диаметром в один дюйм (2,54 см). Конструкция этого кабеля сочетает преимущества полностью диэлектрической конструкции оптического кабеля и бронированного типа кабеля. В новом кабеле применяются стальные упрочняющие элементы, не образу-

ющие сплошную броню, что позволило уменьшить диаметр кабеля при сохранении электропроводящей металлической дорожки в кабеле. Специальная аппаратура посылает электрический тоновый сигнал по непрерывным электрическим элементам внутри кабеля. Это дает возможность обнаружения местоположения проложенного под землей оптического кабеля и проведения необходимого мониторинга. Для того чтобы выделить этот кабель среди других проложенных поблизости кабелей, не требуется производить земляные работы и отключения сети. Рабочее сопротивление стальных элементов кабеля постоянному току составляет 42 Ом/милю при 23 °С, что обеспечивает эффективный диапазон применения оборудования для подачи тонового сигнала до 25 миль (40 км). Разработанный компанией **Corning** кабель прошел стандартные промышленные испытания, включая испытание на грозоустойчивость. В настоящее время кабель уже проложен в канале диаметром 2,54 см и находится в эксплуатации под постоянным мониторингом.



**www.mvk.ru**

**995-05-95**

РОССИЯ, МОСКВА, КУЛЬТУРНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР «СОКОЛЬНИКИ»



**MAR**  
14.03 – 17.03  
**2006**

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



**Кабели, провода и аксессуары**

**CABEX**

5-я Международная специализированная выставка

**ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ**

- КАБЕЛИ • ПРОВОДА • АКСЕССУАРЫ • СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА
- КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ • ТЕСТИРУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ • АРМАТУРА
- ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПРОКЛАДКИ И МОНТАЖА КАБЕЛЬНО-ПРОВОДНИКОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Организаторы: выставочный холдинг MVK, Ассоциация «Электрокабель», ОАО «ВНИИКП»  
Почтовый адрес: 107113, Москва, Сокольнический Вал, 1, павильон 4  
Телефон/факс: 105-34-16, 268-95-19; e-mail: oae@mvk.ru

**При содействии:**



**При поддержке:**

Российской академии наук, Международной ассоциации «Интеркабель», концерна «Связьстрой», ассоциации «Росэлектромонтаж», ОАО «Мосэнерго», «Связьинвест», Академии электротехники Российской Федерации

**Информационная поддержка:**









