ИЗМЕРЕНИЯ ПРОВОДИММЫЕ НА ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЯХ

Технология оптоволоконных сред передачи является новой, быстро развивающейся и наиболее перспективной, и измерения в этой области наиболее важными.

Комплекс измерений выполняется в процессе строительства и технической эксплуатации волоконно-оптических линий связи локальных и корпоративных сетей и предназначен для определения состояния кабельной системы и качества функционирования оптических трансиверов активного оборудования, для предупреждения повреждений и накопления статистических данных, используемых при разработке мероприятий по повышению надежности связи. Проверяют затухание, вносимое сростками кабелей, затухание, вносимое полностью смонтированной кабельной трассой, уровни мощности оптического излучения на выходе передатчика и входе приемника оптоэлектронных модулей оконечного оборудования, а также коэффициент ошибок. При необходимости определяют места повреждений и неоднородностей. В анализе оптоволоконных кабелей и узлов существенно различаются две категории задач: промышленный и эксплуатационный анализ.

Промышленный анализ включает в себя измерения узлов и параметров кабелей перед укладкой. Задачи измерений этого класса возникают при разработке нового оборудования, в процессе производства оптических кабелей и при подготовке кабелей к укладке для определения соответствия характеристик кабеля заданным нормам (анализ кабелей в бухтах). Параметры и характеристики оптических кабелей и аппаратуры линейного тракта, поставляемых предприятиями-изготовителями, измеряют в производственных условиях и оформляют в виде паспортных данных, которые должны соответствовать действующим нормам ГОСТов и ТУ.

Спецификация промышленного анализа кабелей включает в себя измерения следующих параметров;

погонного затухания в оптическом волокне,

диаметра модового поля,

геометрических и механических характеристик оптоволоконного кабеля,

полосы пропускания и дисперсии;

длины волны отсечки;

профиля показателя преломления,

энергетического потенциала и чувствительности фотоприемного устройства,

уровней оптической мощности устройств.

Учитывая требования высокой точности и автоматизации этого класса измерений, они выполняются системным измерительным оборудованием.

Измерения, выполняемые в процессе эксплуатации, предназначены для определения технического состояния линейных сооружений и аппаратуры, предупреждения повреждений и их устранения. Эти измерения делятся на профилактические, аварийные и контрольные. Их проводят с использованием специальной контрольно-измерительной аппаратуры и встроенных программно-аппаратурных тестов компьютерного оборудования.

Профилактические измерения предназначены для контроля технического состояния оптического кабеля и приемопередатчиков. Состав, объем и периодичность измерений зависит от условий эксплуатации, состояния контролируемых объектов и других факторов.

Аварийные измерения выполняются с целью быстрого определения места и характера повреждения оптического кабеля.

Контрольные измерения осуществляются после ремонта и предназначены для определения качества выполнения ремонтно-восстановительных работ.

Состав измерений и испытаний оптических волокон и кабелей, а также оптоэлектронных модулей активного оборудования на этапах строительства и эксплуатации приведен ниже.

Параметры, измеряемые в процессе строительства и эксплуатации;

коэффициент затухания,

затухания оптических сростков, кабельной трассы,

расстояние до места повреждения или неоднородности,

уровни оптической мощности;

на выходе излучателя,

@азностьРCровнейР>птическойР<ощностиР=аР2ходеР?риемникаР?риР=епосредственномР?одключенииР:Р8сточникуР8РGерезР8змеряемыйР>бъектЮ

разность уровней оптической мощности на входе приемника при непосредственном подключении к источнику и через измеряемый объект. Метод относится к группе "точка-точка", при которых измеритель и источник размещаются по разные стороны тестируемого объекта. Достоинством метода является учет и исключение из результатов измерения потерь мощности на входе и выходе измеряемого объекта, недостатком - необходимость обеспечения примерного равенства этих потерь при проведении калибровки и в рабочем режиме. Выполнять калибровку рабочего места с записью опорного значения в ЗУ приемника. После завершения процедуры записи, приемник автоматически переключается в режим измерения относительной мощности.

На втором этапе выполняется определение затухания, значение которого считываетется прямо с индикатора приемника. Обязательным условием проведения измерений является использование для соединения тестовых шнуров и контролируемого кабеля высококачественных разъемных соединителей, входящих в комплект тестера. Одновременно наличие тестовых шнуров позволяет добиться достаточно эффективного подавления "паразитных" излучаемых и вытекающих мод, что увеличивает точность получаемого результата.

В некоторых случаях используется метод прямого измерения. Согласно этому методу измеряют абсолютный уровень оптического сигнала на выходе источника излучения и на выходе тестируемого элемента (линии). Разность измеренных уровней дает величину затухания. Реализация этого метода требует предварительной калибровки приборов и соединительных шнуров. Метод дает хорошие результаты при значительных величинах измеряемого затухания

ПРИБОРЫ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОПТИЧСКИХ ВОЛОКОН.

Некоторые изготовители контрольного оборудования для кабельных систем выпускают приставки к своим кабельным сканерам, позволяющие тестировать волоконно-оптические кабели. При подключении приставки контроллер сканера автоматически опознает ее присутствие и запускает соответствующую программу. Результаты измерения уровня оптического сигнала выводятся на штатный индикатор основного прибора сканера и может быть при необходимости записаны в память для последующего документирования.

Примером подобного устройства может служить Fiberkit фирмы Wavetek, предназначенный для подключения к кабельному сканеру Lantek Pro. Стандартный вариант устройства осуществляет измерения на длине волны 850 нм, существует разновидность измерителя для работы на длине волны 1300 нм. Емкости внутренней памяти сканера достаточно для записи в него результатов 500 измерений.

Аналогичная приставка типа Fiber smartprobe может быть использована для измерителя Wirescope 155 производства компании и Scope Communication, рекомендуемого в качестве стандартного измерительного прибора для тестирования структурированной кабельной системы Mod Tap. Расширение возможностей измерителя достигнуто введением в него функции измерения длины оптического кабеля с выводом результата измерения на экран базового блока и сравнения его с заданным стандартами значением.

В тестере LANCat компании DataCom фотоприемник выполнен в виде сменного блока, вставляемого в гнездо прибора и фиксируемого невыпадающими винтами. Источником сигнала служит дополнительный модуль с питанием от гальванического элемента или сетевого адаптера.

Еще более широкими функциональными возможностями обладает комплект CertiFiber компании Microtest. В состав комплекта входят базовый и удаленный блоки, которые подключаются к паре световодов с двух сторон тестируемой линии. Во время работы не требуется переключения световодов. Тестирование осуществляется на двух длинах волн - 850 и 1300 нм, результаты 1000 измерений записываются во внутреннюю память базового блока с указанием даты и времени проведения измерений, а также в случае необходимости алфавитно-цифрового наименования трассы. Результаты измерений могут быть считаны из памяти для анализа и распечатки стандартного протокола измерений.

Кроме измерения затухания прибор определяет общую длину оптической линии, значение задержки сигнала, количество коннекторов и неразъемных сростков. По оценкам разработчиков, применение комплекта позволяет сэкономить до 75% времени, затрачиваемого на проведение тестирования, по сравнению со случаем измерений с помощью обычного тестер.

Оптические рефлектометры и локаторы

Оптические рефлектометры во временной области (Optical Time Domain Reflectometer - OTDR), или просто рефлектометры, являются одним из наиболее мощных аппаратных средств для тестирования волоконно-оптических кабелей и находят использование во время строительства, аттестации, эксплуатационного обслуживания, проверки кабельных трасс.

Название прибора связано с тем. что существуют еще рефлектометры в частотной области, не получившие широкого распространения.

Это обусловлено тем, что рефлектометр:

• позволяет за один цикл измерений одновременно определить целый ряд основных параметров оптического кабеля, в том числе его длину, погонное затухание, наличие мест неоднородностей и повреждений, их характер потери в соединителях, сростках и т.д. без проведения подготовительных работ;

• в отличие от оптических тестеров допускает выполнение большого комплекса измерений с одного конца оптического кабеля.

Основные недостатки рефлектометра как измерительного прибора состоят в следующем:

• ограниченный динамический диапазон (не более 40 дБ ), что связано с небольшой мощностью сигнала обратного рассеяния:

• высокая требовательность к качеству ввода излучения в тестируемое волокно;

• невозможность проведения измерения в реальном масштабе времени (время получения достаточно качественной рефлектограммы составляет не менее 30 с);

• большая стоимость.

Принцип действия рефлектометра

Рефлектометр как измерительный прибор реализует метод обратного рассеяния. В процессе проведения измерений контролируемое волокно зондируют через разветвитель мощными оптическими импульсами небольшой длительности. Из-за отражений от распределенных или локальных неоднородностей возникает поток обратного рассеяния. В процессе регистрации этого потока определяется затухание кабеля как функция его длины, анализ которой позволяет выявить местонахождение, характер неоднородностей и величины вносимых локальных и распределенных потерь. Полученные результаты представляются в визуальной форме.

Управляющий процессор обеспечивает согласованную работу полупроводникового лазера и электронного осциллографа. Для ввода оптических импульсов в волокно используется направленный ответвитель с оптическим соединителем. Поток обратного рассеяния через ответвитель поступает на фотоприемник, где преобразуется в электрическое напряжение, подаваемое, в свою очередь, на вход вертикальной развертки Y-осциллографа. На экране последнего происходит формирование кривой обратного рассеяния.

Для улучшения массогабаритных характеристик прибора и расширения функциональных возможностей рефлектометра, увеличения числа вариантов представления результатов измерения и их сохранения для дальнейшего анализа многие модели рефлектометров особенно портативных, выполняют поточечное формирование рефлектограммы из значений, записанных во внутреннюю память в цифровом виде, а в качестве индикатора используется жидкокристаллический дисплей.

Высококачественные рефлектометры с высокой чувствительностью при исследованиях коротких трасс с малыми потерями в некоторых случаях фиксируют неоднородность на расстоянии, которое в два раза превышает длину кабельной трассы. Этот эффект определяется двойным отражением зондирующих импульсов от дальнего и ближнего конца волокна.

По углу наклона прямых участков рефлектограммы можно рассчитать величину удельных потерь, а по перепаду между начальной и конечной точками - общие потери в тракте. Для облегчения считывания показаний горизонтальная ось индикатора рефлектометра градуируется перед началом измерений в метрах, милях или футах, а вертикальная ось - в децибелах.

Конструктивные особенности рефлектометров

На практике находят применение одномодовые и многомодовые рефлектометры, которые работают во всех основных окнах прозрачности волоконных световодов и могут быть выполнены в виде стационарного прибора размером с профессиональный осциллограф (так называемый рефлектометр дальнего действия) или как портативный мини-рефлектометр. Небольшие габариты и масса последних в сочетании с хорошими характеристиками при работе на кабельных трассах длиной до нескольких десятков километров привели к широкому распространению мини-рефлектометров среди системных интеграторов, занимающихся созданием линии волоконно-оптической связи локальных и корпоративных сетей.

Мини-рефлектометры реализуют основные функции метода обратного рассеяния и позволяют:

• измерять общую длину линии и расстояние до отдельных неоднородностей;

• оценивать общее затухание кабельной трассы и отдельных ее участков, удельные потери, а также потери на неоднородностях и уровень обратного отражения.

Наглядность выполняемых измерений и информативность экрана индикатора в современных мини-рефлектометрах увелич

аглядностьР2ыполняемыхР8змеренийР8Р8нформативностьРMкранаР8ндикатораР2РAовременныхР<иниЭ@ефлектометрахРCвеличЀ

<иР:омментариямиР1езР?одключенияР2нешнейР:лавиатурыЮ

ми комментариями без подключения внешней клавиатуры.

Обычно рефлектометр имеет мертвую зону, так как измерения потока обратного рассеяния невозможны до окончания действия зондирующего импульса. Для устранения этого недостатка в рефлектометрах типа OFT-30 и OFT-50 немецкой фирмы Wandel & Goltermann предусмотрена внутренняя удлиняющая волоконная катушка, конец которой принимается за нуль шкалы.

Для снижения стоимости рефлектометров предложено решение в виде плат для установки в PC-совместимые компьютеры (платы серии АОС фирмы Antel и платы FCS-300 и FCS-400 компании EXFO). Плата вставляется в слот стационарного или переносного компьютера и несет на себе электронные компоненты формирования зондирующего импульса, приема отраженного сигнала, его преобразования в электрический сигнал. Процедуры дальнейшей обработки и формирования рефлектограммы выполняет процессор компьютера, на котором предварительно должно быть инсталлировало соответствующее программное обеспечение. В случае необходимости в один компьютер может быть установлено несколько таких плат.

Оптические локаторы

Классический рефлектометр даже в варианте мини-рефлектометра является сложным и дорогим прибором и за счет этого мало доступен широкому кругу средних и особенно мелких фирм, занимающихся созданием линий волоконно-оптической связи для локальных и корпоративных вычислительных сетей. Стремление разработчиков технологического оптоволоконного оборудования к удовлетворению потребностей пользователей этого сегмента рынка привело к появлению упрощенных моделей зондирующих оптических приборов, получивших название оптических локаторов или измерителей длины оптической линии. Принцип действия локаторов и измерителей также основан на методе обратного рассеяния, а упрощение достигнуто главным образом за счет отказа от использования графического дисплея и применения более простого специализированного программного обеспечения, выполняющего процедуры построения рефлектограммы. Это позволяет на 10-50% снизить стоимость локатора по сравнению с обычными рефлектометрами.

В более сложном измерителе типа Photodyne серии 5200 американской фирмы ЗМ графический дисплей заменен на простой алфавитно-цифровой, куда можно последовательно выводить расстояние до дефекта или неоднородности и величину затухания сигнала на этом дефекте. Дальность действия измерителя достигает 82 км

Визуализаторы дефектов

Визуализатор дефектов предназначен для выявления близких к концу кабеля (расстояние не свыше 5 км) обрывов и других дефектов волоконных световодов методом просветки. Основой прибора является мощный лазер красного цвета свечения, для улучшения условий наблюдения световой поток этого лазера может модулироваться с частотой 1 Гц. При подключении визуализатора к волокну место повреждения начинается светиться красным цветом.

Некоторые модели оптических рефлектометров (например, Е6000А Hewlett-Packard) с модульной конструкцией позволяют встраивать модуль визуализатора дефектов в базовый блок.

Идентификатор активных волокон используется в процессе проведения профилактических работ на оконечных коммутационно-распределительных устройствах и обеспечивает быструю и точную идентификацию волокон без прерывания связи с

CказаниемР=аправлениемР?ередачиРAигналаЮ

указанием направлением передачи сигнала.

Волоконно-оптический визуальный дефектоскоп FLS 230A