

СТАНДАРТИЗАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ



К. Никольский

Вопросами разработки рекомендаций в области соединения кабелей связи вообще и оптических кабелей в частности занимается Исследовательская комиссия 6 (ИК6) Международного союза электросвязи (МСЭ), работающая в рамках Сектора стандартизации электросвязи (МСЭ-Т). Она всесторонне изучает наиболее прогрессивные методы соединения кабелей, основанные на технологических процессах, используемых в мировой практике. На основе обобщения и всестороннего анализа собранной информации комиссия составляет и издает соответствующие Рекомендации (Рек.). Один из итогов работы ИК6 – разработка Рек. Серии L.xx, описывающих "Конструкцию, установку и защиту кабелей и других элементов наружного размещения". В связи с интенсивным строительством оптических кабельных линий связи во всем мире и быстрым технологическим прогрессом в этой области ИК6 в период с 2001 по 2004 годы пересмотрела и существенно скорректировала Рек. L.12 и L.13, относящиеся к проблемам соединения оптических кабелей [1, 2]. Анализ этих рекомендаций, проведенный К.Никольским – ветераном МСЭ, 20 лет руководившим ИК6, представляет несомненный интерес.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Процесс соединения кабелей связи при монтаже, как известно, состоит из следующих основных операций – соединения медных проводников (для кабелей с медными жилами) или оптических волокон (ОВ) для оптических кабелей (ОК), восстановления непрерывности и герметичности оболочки (если это необходимо), а также защиты соединений с помощью специальных муфт.

В 1978–1982 гг. комиссией ИК6 МСЭ-Т были разработаны и изданы брошюры по вопросам соединения пластмассовых оболочек и проводников кабелей связи: "Руководство по соединению проводников кабелей связи" (1982 г.) и "Руководство по соединению оболочек кабелей связи" (1978 г.). Эти руководства и поныне широко используются строительными и эксплуатационными организациями всего мира. На их основе были разработаны национальные и региональные руководства и инструкции в этой области.

Что касается ОК, то впервые вопросы их соединения были освещены, хотя и довольно скупо, в руководстве "Конструкции, прокладка, соединение и защита волоконно-оптических кабелей", которое было разработано ИК6 и издано МСЭ в 1990 г. (русский перевод – в 1992 г.). В 1992 г. ИК6 разработала Рек. L.12 – "Соединение оптических волокон кабелей связи" [1], которая в 2000 г. была пересмотрена и существенно дополнена. В том же году ИК6 выпустила Рек. L.13 – "Соединение оболочек оптических кабелей связи". Она была пересмотрена и дополнена в 2003 г. и называется сейчас "Требования к эксплуатационным характеристикам пассивных оптических узлов: герметичные муфты для условий наружного размещения" [2].

Новая Рек. L.12 содержит конкретные указания по применению механических соединителей и требования к коэффициенту преломления применяемых иммерсионных жидкостей, использованию сварки для соединения ОВ, а также по методике испытаний готовых соединений. Кроме того, в Рек. L.12 описывается опыт административных связей Италии и Японии в этой области.

РЕКОМЕНДАЦИЯ L.12

Рекомендация включает в себя пять разделов и четыре приложения.

Первый раздел "Область применения" содержит информацию о механических характеристиках соединений, характеристиках окружающей среды, о методах измерений. В разделе дана ссылка на справочник МККТТ "Конструкции, прокладка, соединение и защита волоконно-оптических кабелей". Подчеркивается, что оптическое волокно по своим параметрам должно соответствовать требованиям Рек. G.651 655.

Второй раздел "Нормативные ссылки" содержит необходимые ссылки на Рек. МСЭ-Т и стандарты МЭК, которыми следует руководствоваться при выполнении работ по соединению оптических волокон.

Третий раздел "Типы соединений. Общее описание" состоит из двух частей, в которых приведены общие рекомендации, касающиеся соединений оптических волокон методом сварки и механическим способом.

Четвертый раздел "Этапы процедуры соединения" разбит на шесть частей, содержащих рекомендации по очистке и подготовке торцов волокон к соединению, очистке оголенных концов волокон и их разведению, соединению волокон и измерению потерь в месте соединения. В подразделе "соединение волокон" подробно описаны методы соединения волокон электродуговой сваркой и механическим способом.



Пятый раздел "Функциональные характеристики соединений" состоит из трех частей, в которых приведены стандартные, согласно МЭК, условия проведения измерений оптических характеристик одномодовых (ОМ) и многомодовых (ММ) волокон, механических характеристик обоих типов волокон и характеристик окружающей среды.

Рек. L.12 содержит ряд информативных Приложений.

Приложение 1 "Коэффициент преломления иммерсионных жидкостей, используемых при механическом соединении оптических волокон" содержит подробную информацию о силиконовых гелях, смазках, о клеях с ультрафиолетовым отверждением и эпоксидных смолах. Сформулированы основные требования, которым должны удовлетворять иммерсионные смазки, в частности их цвет, прозрачность (отсутствие пузырьков, пустот или видимых частиц), показатель преломления при 25°C, испарение за 24 часа при 100°C, масляная сепарация за 24 часа при 100°C и степень загрязнения частицами. Методы оценки этих свойств представлены в Приложении 4.

Приложение 2 "Опыт Италии в части соединения оптических волокон" содержит сведения об опыте прокладки более 60000 км оптического кабеля. В нем обобщены результаты, полученные при соединении в полевых условиях одиночных и ленточных волокон со смещенной дисперсией или модифицированных ОМ-волокон, а также представлен ряд тестов, пригодных для проверки функциональных характеристик при соединении волокон. В Приложении дана таблица, в которой приведены средние значения затухания сростков, полученные на соединениях стандартных ОМ-волокон, ОМ-волокон со смещенной дисперсией и ленточных ОМ-волокон, и гистограммы распределения затухания для соединений ОМ-волокон, ленты с четырьмя ОМ-волоконками и ОМ-волокон со смещенной дисперсией. Значительный интерес представляют данные по измерениям функциональных характеристик: потерь в месте соединения, затухания несогласованности, испытаний на растяжение, разрыв, изгиб, кручение, вибрацию, влияние температуры, влажности, коррозии и т.д.

Приложение 3 "Опыт Японии в вопросе соединения оптических волокон" содержит три таблицы с данными по оптическим и механическим характеристикам и характеристикам окружающей среды при соединении оптических волокон методом сварки или механическим способом. Приводятся, в частности, данные по остаточному затуханию и затуханию несогласованности для различных типов соединений, прочности на растяжение, хранению волокна и влиянию на синусоидальную вибрацию, по изменению температуры, сухому нагреву, охлаждению, циклическому нагреву при повышенной температуре и коррозионному воздействию атмосферы. Необходимо отметить, что опыт Администрации связи Японии в этом вопросе был использован ИК15 при разработке Рек. серии G.651-653.

Несомненно, что детальное ознакомление с содержанием Рек. L.12 будет способствовать грамотному решению вопросов, возникающих при разработке новых и совершенствовании существующих методов соединения, их практическом использовании в процессе строительства и эксплуатации оптических кабелей связи.

РЕКОМЕНДАЦИЯ L.13

В зависимости от способа прокладки ОК (непосредственно в землю, в кабельную канализацию, пластмассовые трубы, в воду, по воздуху, в помещениях) используются различные конструкции оптических муфт. В практике строительства и эксплуатации применяются муфты отечественного и зарубежного производства, которые прошли сертификацию в России. Ясно, что параметры всех муфт должны отвечать требованиям, предъявляемым при их разработке

и проверяться в предусмотренных техническими условиями (ТУ) случаях.

В Рек. L.13 [2] регламентированы все виды испытаний, которым должны подвергаться оптические муфты. Рекомендация содержит перечень документов МСЭ-Т и МЭК, в которых изложены соответствующие методики испытаний муфт с целью определения их пригодности для использования в конкретных условиях эксплуатации.

Основное требование, которому должны удовлетворять оптические муфты, – обеспечение надежной защиты соединений волокон от воздействия окружающей среды и различных механических нагрузок. Дополнительно муфта обеспечивает восстановление целостности оболочки и, если нужно, непрерывности силовых элементов, а также размещение организаторов сростков волокон, пассивных элементов и хранение запасов длин волокон. В муфте также выполняется электрическое соединение и заземление металлических элементов оболочки кабеля и, при необходимости, металлических силовых элементов.

Для полного удовлетворения этих требований в процессе разработки конструкций оптических муфт и их изготовления должны быть предусмотрены соответствующие технические решения. Если эти технические решения реализованы и создана нужная конструкция муфты, то нужно установить ее пригодность для использования и соответствие предъявленным требованиям путем выполнения комплекса испытаний, предусмотренных ТУ на муфту.

Если муфта предназначена для подземного и надземного размещения, к ней должны быть предъявлены наиболее жесткие требования, сформулированные для каждого вида размещения.

Рек. L.13 предусматривает проведение механических и оптических испытаний муфт.

При оценке механических характеристик муфты должны быть проведены испытания:

- на осевое растяжение (выдергивание кабеля из муфты), изгиб и скручивание кабеля, на удар;
- на сжатие, вибрацию, водонепроницаемость (только при подземном размещении), на стойкость к коррозии, к агрессивным средам, образованию трещин, циклическим перепадам температур (при надземном и подземном размещении), к выпячиванию центральных силовых элементов (ЦСЭ), свободному падению и вскрытию муфт.

Оценка оптических характеристик проводится в следующих случаях: при сгибании кабеля, входящего в муфту; скручивании кабеля; вмешательстве в работу муфты; наличии вибрации; воздействию ударной волны; циклических изменениях температуры (как для муфт надземного, так и подземного размещения).

Чтобы правильно оценить полученные результаты, требуется знать:

- наименование изделия и условия его применения;
- длину волны;
- конструкцию кабеля;
- тип волокон и покрытий на них;
- методы сращивания волокна и защиты сростка;
- типы разветвителей и механических соединителей;
- типы других пассивных устройств (если они есть);
- наличие запаса волокон.

Кроме того, необходимо указать условия хранения и транспортировки, а также выставить дополнительные требования к условиям эксплуатации муфт, такие как: пуленепробиваемость; устойчивость к землетрясениям, замораживанию и оттаиванию; пожарная

безопасность; заземление и экранирование; наличие защиты от грызунов и термитов; возможность блокировки кабеля и другие данные, могущие оказать влияние на работоспособность оптических муфт.

Необходимо отметить, что все параметры, по которым в Рекомендации предлагается выполнять испытания, являются не обязательными, а рекомендуемыми. При выполнении всех испытаний, предусмотренных Рекомендацией, и получении положительных результатов, можно гарантировать надежность работы данного типа муфт. В связи с этим в Приложении 2 к Рекомендации описан украинский опыт оценки качества оптических муфт. Испытания, проведенные на Украине, мало чем отличаются от испытаний, приведенных в основном тексте Рек. L.13, но их объем меньше.

Ясно, что Администрации связи и изготовители оптических муфт ищут наиболее оптимальные программы испытаний, которые с одной стороны гарантировали бы качество муфт, а с другой – были бы не очень трудоемкими.

В заключение следует отметить, что следование Рекомендациям МСЭ в их новых редакциях при соединении ОВ, конструировании оптических муфт и их испытании несомненно будет способствовать на практике повышению качества и надежности соединений ОВ и оптических муфт.

ЛИТЕРАТУРА

1. ITU-T L.12. Optical fiber joints (5.00).
2. ITU-T L.13. Sheath joints and organizers of optical fiber cables in the outside plant (4.03).