

ОПЫТ ПЕРВОГО ПРИМЕНЕНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ НАЗЕМНЫХ СЕТЯХ КАБЕЛЕЙ С ОПТИЧЕСКИМ ВОЛОКНОМ КАТЕГОРИИ G.654 И КАБЕЛЕЙ С ЛЕНТОЧНЫМИ ВОЛОКНАМИ

Павлов Д.В.

ПАО «Ростелеком», г. Москва

*E-mail: Dmitriy.Pavlov@rt.ru

Обладая собственной магистральной сетью в 190 тыс.км волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), ПАО «Ростелеком» работает на перспективу, рассматривая новейшие достижения науки, учитывая последние тенденции в производстве оптических волокон (ОВ) и совершенствовании конструкций оптических кабелей (ОК). Важнейшую роль при выборе ОВ для строительства новых ВОЛС играет увеличение пропускной способности сетей в условиях роста объёма потребляемого трафика и развития технологий приёмо-передающего оборудования. Увеличение пропускной способности со стороны строительства ВОЛС осуществляется двумя путями:

1. Строительство ВОЛС на основе ОК средней ёмкости 48 – 96 ОВ с использованием современного оборудования со спектральным уплотнением DWDM со скоростью 200G – 400G на лямбду.
2. Использование многоволоконных кабелей и сравнительно недорогого оборудования.

Рассмотрим оба варианта на примере двух проектов, реализуемых ПАО «Ростелеком» в настоящий момент. Первый вариант развития сети рассмотрим на примере проекта «СТРОИТЕЛЬСТВО ТЕА СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ», где заказчиком выступил ООО «Атлас». Концепция проекта, это строительство магистралей нового поколения ОК ёмкостью 96 ОВ, для продажи ОВ операторам связи, которые будут устанавливать на ВОЛС собственное оборудование и передавать свой трафик любого назначения. Учитывая, что новая магистраль будет проходить от границ Латвии до Владивостока и её протяжённость составит 10 000 км, необходимо было подобрать оптимальные пролёты усилительных участков с наименьшим количеством регенераторов для сигналов DWDM со скоростями 100G, 400G и перспективой дальнейшего увеличения скорости передачи. Так как таких масштабных задач в рамках одного проекта в России никто не выполнял, специалистами компании был изучен мировой опыт по строительству протяжённых линий с использованием ОВ категории G.654 согласно рекомендациям Международного союза электросвязи (МСЭ-Т) [1], а именно: ОВ производства компании Corning® Ull® (G.654C), TXF® (G.654E) и Sumitomo Electric Inc Pure Advance® 80 (G.654C), Pure Advance® 110 (G.654E) и Pure Advance® 125® (G.654E). Дополнительно, в процессе испытаний ОК, были рассмотрены ОВ производства Corning® Vascade® EX 2000, Fujikura Ltd FutureGuide®-HSC-110 и FutureGuide®-HSC-125. Параллельно с этими исследованиями велась совместная работа с АО «Оптиковолокonné Системы» (АО «ОВС») по запуску производства их аналога ОВ категории G.654E и последующим их испытаниям. При условии, что ОВ отечественного производства будет удовлетворять международному стандарту [2], техническим требованиям (ТТ), предъявляемым к ОВ и ОК, продукция АО «ОВС» будет допущена к конкурсу на участие в проекте на равных условиях с остальными производителями ОВ. После завершения анализа характеристик ОВ и проведения расчётов по моделированию трассы, коммерческой составляющей и спроса на передачу трафика был определён общий объём ОВ в ОК и выбраны два типа ОВ в пропорции 48 ОВ Corning® Ull® (G.654C) и 48 ОВ АО «ОВС» G.654E. Для ОК была определена классическая модульная конструкция: 6 оптических модулей (ОМ) 16 ОВ в каждом ОМ. Для реализации проекта на такой большой территории с различными климатическими зонами были разработаны единые ТТ, включающие в себя описание 3 типов ОК (ОК-Грунт, ОК-ГТС и ОК-Объект) в двух исполнениях: обычном и диэлектрическом. Для выполнения требований пожарной безопасности предусмотрены ОК всех типов в оболочке нг(А)-HF. ТТ содержали жёсткие требования к затуханию ОВ в кабеле $\leq 0,17$ дБ/км для всех вариантов кабеля, допускались приросты затухания при всех видах воздействий на ОК, не превышающие 0,03 дБ во время воздействия нагрузки и 0,01 дБ – после снятия нагрузок. Стандартным было требование по удлинению ОВ, которое не должно было превышать 0,2%. Для приёмки ОК были разработаны программы методики испытаний (ПМИ) и программа приёмо-сдаточных испытаний (ПСИ) этих кабелей. Кабели испытывались согласно ГОСТ Р 52266-2020 [3] по 17 видам испытаний.

Для определения возможности создания по типу ОВ ОК (ОК-Грунт 20 кН, 0,7 кН) с условиями сохранения оптических характеристик ОВ согласно их спецификациям, была разработана отдельная

ПМИ для проведения предквалификационных испытаний в которых приняли 5 кабельных заводов: ООО «Инкаб», ООО «Саранскабель-Оптика», ООО «Оптен-кабель», ООО «Алтай-Кабель» и АО «Москабель-Фуджикура» (АО «МКФ»). Согласно ПМИ для создания ОК заводам давалось 3 попытки. Как и в случае с готовым ОК, образцы испытывались согласно [3] по 11 видам испытаний. Основной проблемой в процессе создания ОК стали повышенные затухания при проведении испытания по циклической смене температур. Некоторым заводам потребовалось изменять конструкцию ОК и проходить повторный цикл испытаний. Все заводы доказали возможность производства ОК с повышенными требованиями к затуханию ОВ и стабильными показателями надёжности. На сегодняшний момент можно отметить, что завод, победивший в конкурсе на поставку ОК для указанного проекта, добился высочайшего уровня качества ОК с волокнами категории G.654 на уровне серийного производства. Максимальные средние значения затухания ОВ в кабеле 0,165 дБ/км. Данное достижение показывает, что компаниям, принявшим решение о строительстве новых ВОЛС с использованием ОВ категории G.654, при необходимости, могут заказывать ОК для наземной прокладки, которые не вносят дополнительного затухания в ОВ и соответствуют предъявляемым требованиям к надёжности. Сложности при создании ТТ, ПМИ, ПСИ и самих ОК вызывало отсутствие следующих данных в отечественной и зарубежной нормативной документации:

1. Параметров затухания ОВ категории G.654 в ОК;
2. Диаметров модового поля для ОВ категории G.654;
3. Норм на потери в неразъёмных соединениях для сварки ОВ категорий: G.654 x G.654 и G.654 x G.652.
4. Норм на потери в разъёмных соединениях для подключения в кроссе ОВ категорий: G.654 x G.654 и G.654 x G.652
5. При наличии в [3] рекомендаций по цветовой идентификации волокон, обнаружен ряд проблем, связанных с различимостью оттенков, насыщенностью цветовой гаммы, истираемости краски на ОВ. Помимо этого, имеются проблемы использования ОК с негорючей оболочкой в кабельной канализации подверженной сезонным затоплениям. А также требует решения вопрос со включением в реестр (утверждением типа) измерительных приборов, которые способны измерять потери с погрешностью до 0,03 дБ.

Рассмотрим второй вариант увеличения пропускной способности сети. Проект «Строительство ВОЛС 11 км с использованием ОК 576 ленточных ОВ между крупными узлами в г. Санкт-Петербург». Попытки применения ОК с высокой ёмкостью ОВ возникали в России давно. Первый возможный реальный проект по строительству участка сети в г. Ростов с использованием ленточных кабелей ёмкостью 1024 ОВ, 512 ОВ, 256 ОВ и 128 ОВ. В проекте рассматривалось ОК с ленточными ОВ SWR производства компании Fujikura Ltd. В дальнейшем рассматривался переход на ОК производства российского завода АО «МКФ». Проведённые расчёты показали техническую и экономическую выгоду применения ленточных ОВ. Были подобраны кроссы и муфты, найдена подрядная организация, имеющая в собственности сварочные аппараты для ленточных ОВ. Но, к сожалению, кризис с ленточными волокнами не позволил проекту стартовать. Следующая попытка по строительству ВОЛС с ленточными ОВ с выделением пилотной зоны в Московской области не получила серьёзной поддержки и завершилась, не начавшись. В начале 2020 года, перед началом самоизоляции, компания Sumitomo Electric продемонстрировала свой продукт – ОК с 1152 ОВ Free-Form Ribbon®, который заинтересовал ПАО «Ростелеком». Результатом переговоров стала попытка реализации указанного выше проекта. Но, к сожалению, при проработке технико-экономического обоснования проекта выяснилось, что стоимость проектно-изыскательских работ (ПИР) и строительно-монтажных работ (СМР) с учётом 4-х ОК модульной конструкции ёмкостью 144 ОВ дешевле, чем ПИР и СМР ОК с 576 ленточными ОВ. Сложности с реализацией ленточных кабелей в России сводятся к нескольким задачам, которые необходимо решать совместными усилиями:

1. Создание конкурентоспособного производства ОК с ленточными ОВ на территории России;
2. Обучение и повышение квалификации бригад по монтажу и эксплуатации ОК, укомплектованных сварочными аппаратами для сварки ленточных ОВ;
3. Разработка и внедрение в производство отечественных муфт для ленточных ОВ;
4. Разработка и внедрение норм на потери в неразъёмных соединениях для сварки ленточных ОВ категорий: G.654.

Литература

1. ITU-T G.654 Characteristics of a cut-off shifted single-mode optical fibre and cable. pp.24 (2020)
2. ГОСТ Р МЭК 60793-2-50-2018 Волокна оптические. Часть 2-50 Технические требования к изделию. Групповые технические требования к одномодовым оптическим волокнам класса В. 35с. (2018)
3. ГОСТ Р 52266-2020 Кабели оптические. Общие технические условия. 65с. (2020)