

Рисунок 2 - Зависимость затухания от длины волны

Выводы:

1. Проанализировано влияние на затухание световодных трактов потерь, связанных с поглощениями, от посторонних примесей, рассеивания, кабеля, которые возникают при деформациях и изгибах световодов при наложении покрытий и защитных оболочек в процессе изготовления оптического кабеля.
2. Расчетным путем установлены оптимальные диапазоны длин волн для оптических систем передачи по волоконным световодам с учетом вышеуказанных причин затуханий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Е.Б. Особенности эксплуатации ВОСП и пути повышения качества их функционирования //Электросвязь, 1997, № 5.
2. Алексеев Е.Б. Надежность ВОСП: методика инженерного расчета и проектирования //М., Вестник связи, 1996, № 5, с 24-28..
3. Дмитриев А. С, Кузьмин Л.В. Передача информации с использованием синхронного хаотического отклика при наличии фильтрации в канале связи //Письма в ЖТФ. 1999, Серия 25, с. 71-77.

УДК 681.3

Юсупова Гульбахар Мадреймовна – соискатель (Алматы, КазАТК)
Алибеков Рахимжан Джаныбекович – соискатель (Алматы, КазАТК)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ПРИ СОЕДИНЕНИИ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

Соединение оптических волокон является наиболее ответственной операцией при монтаже кабеля, предопределяющей качество и дальность систем телекоммуникации компьютерных сетей по ВОЛС.

Соединители оптических волокон, как правило, представляют собой арматуру, предназначенную для юстировки и фиксации соединяемых волокон, а также для механической защиты сращения.

Основными требованиями к ним являются:

- простота конструкции;
- малые переходные потери;
- устойчивость к внешним механическим и климатическим воздействиям;
- надежность.

Дополнительно к разъемным соединителям предъявляется требование неизменности параметров при повторной стыковке.

Потери, вносимые соединением оптических волокон в тракт передачи кабеля, делятся на две группы: внешние и внутренние.

Внешними называются потери, связанные с особенностями метода соединения, в том числе, с подготовкой концов волокон, и включающие в себя поперечное смещение сердечника, разнесение торцов, наклон осей, угол наклона торца волокна, френелевские отражения.

Внутренними называются потери, связанные со свойствами самого волокна и обусловлены, например, вариациями диаметра сердечника, числовой апертуры, профиля показателя преломления, некруглостями сердечника, неконцентричностью сердечника и оболочки.

Внутренние потери являются следствием соединения двух неодинаковых волокон, обладающих, в основном, различными диаметрами и числовой апертурой.

В многомодовых стекловолокнах внутренние потери зависят от направления распространения света (рисунок1).

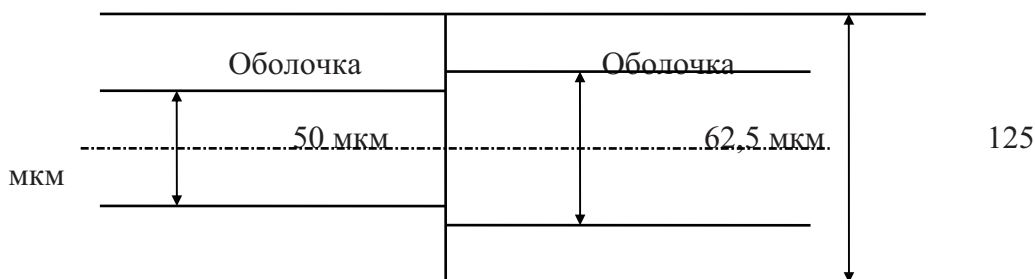


Рисунок 1 – Схема соединения двух неодинаковых волокон

При распространении света слева-направо потери на стыке равны нулю, при обратном направлении распространения света часть его переходит в оболочку 50 мкм волокна и теряется.

Данные потери зависят от характера распределения оптической мощности по торцу волокна. При этом различают однородное распределение мощности, когда она одинакова во всех точках торца волокна, и равновесное распределение, когда мощность сконцентрирована в центре сердечника световода.

В одномодовых световодах внутренние потери не зависят от направления передачи и определяются только несоответствием диаметров поля моды сопрягаемых волокон (рис. 2).

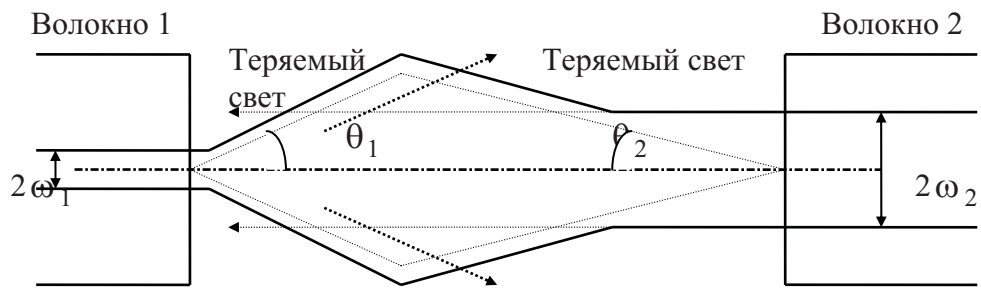


Рисунок 2 – Внутренние потери в одномодовых световодах

Волокно 1 с диаметром поля моды ω_1 излучает свет в виде конуса с углом θ_1 от торца волокна. Учитывая, что диаметр поля волокна обратно пропорционален углу приема излучения ($\omega_2 > \omega_1$, но $\theta_2 < \theta_1$) волокно 1 излучает свет в больший конус, чем принимает волокно 2, и часть излучения теряется. И наоборот, при распространении света от волокна 2 к волокну 1 часть света распространяется вне сердечника волокна 1 и тоже теряется.

Таким образом, потери из-за различия диаметров поля моды и конусов приема одинаковы в обоих направлениях и могут рассчитываться по формуле [1]:

$$\alpha_{\text{вн ут}} = -20 \log \frac{2\omega_1\omega_2}{\omega_1^2 + \omega_2^2}, \text{ дБ.}$$

Полученные расчетные значения равновесных внутренних потерь на стыке наиболее распространенных одномодовых волокон с несмещенной дисперсией приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Расчетные значения равновесных внутренних потерь на стыке одномодовых волокон с несмещенной дисперсией

Волокно 1	Потери (дБ)		
	Волокно 2		
	Выровненная оболочка		Вдавленная оболочка
	$2\omega_2=10,0$ мкм	$2\omega_2=9,5$ мкм	$2\omega_2=8,8$ мкм
Выровненная оболочка $2\omega_1=10,0$ мкм	0	0,01	0,07
$2\omega_1=9,5$ мкм	0,01	0	0,02
Вдавленная оболочка $2\omega_1=8,8$ мкм	0,07	0,02	0

Внешние потери обусловлены четырьмя основными причинами: радиальное смещение волокон, угловое смещение, осевое смещение и качество торцов. Кроме того, необходимо учитывать деформации сердечника и соответствие между показателями преломления волокон. Для получения малых потерь на стыке торцов волокон должны находиться в тесном физическом контакте друг с другом, или зазор между ними должен быть заполнен веществом (иммерсионной жидкостью) в точности соответствующим показателям преломления сердечников волокон.

В реальных соединениях необходимо учитывать воздействие суммарных, т. е. полных потерь, определение которых зависит от типа сопрягаемых волокон.

В многомодовых световодах полные потери на стыке волокон обычно меньше, чем сумма отдельных внутренних и внешних составляющих. Принято считать, что потери на стыке многомодовых волокон не зависят от длины волны. В действительности из-за несоответствия внутренних параметров волокон на стыке возникают пульсации (осцилляции) потерь, которые происходят вследствие того, что принимающее волокно не может принять все моды от передающего (рисунок 3).

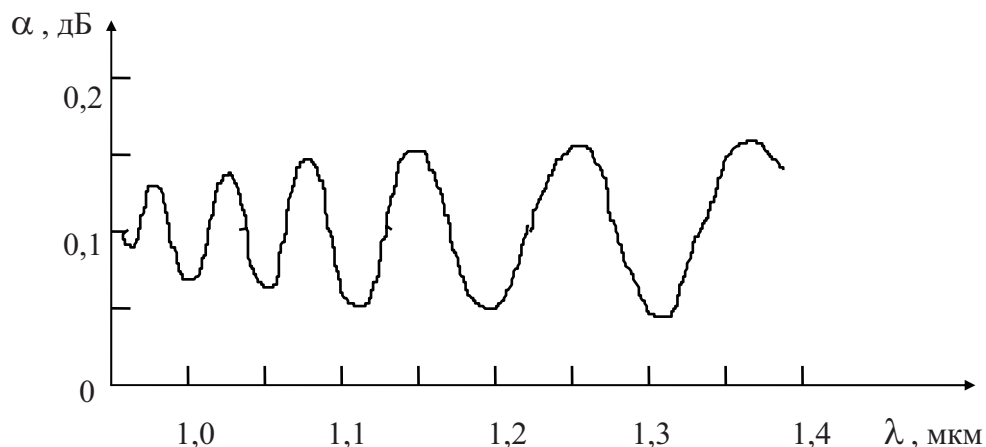


Рисунок 3 – Осцилляции потерь на стыке многомодовых световодах

Осцилляции потерь на стыке возрастают с увеличением длины волны.

Кроме того, потери на стыке зависят от относительного положения стыков. Стыки имеют тенденцию влиять на распределение мощности, и поэтому потери на конкретном стыке зависят от потерь на предыдущем (рисунок 4).

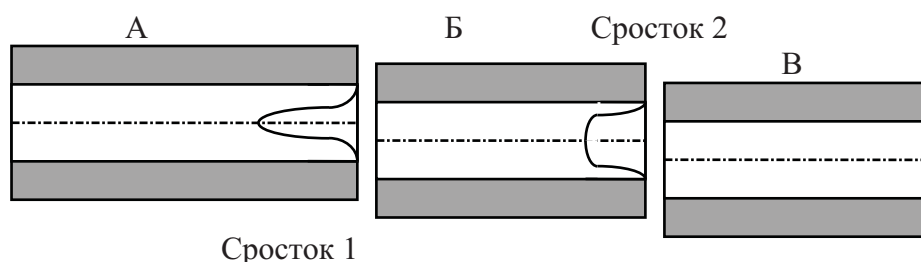


Рисунок 4 – Изменение потерь на стыке в зависимости от относительного положения стыков

Если волокно А достаточно длинное, то мощность на его конце имеет равновесное распределение. Осевое смещение на первом стыке вызывает потери части мощности на конце распределения и перераспределяет мощность к внешним краям сердечника второго волокна. Если волокно Б короче, чем требуется для восстановления равновесного распределения мощности, то осевое смещение на втором стыке вызовет большую, чем на первом стыке потерю мощности.

В одномодовых волокнах полные потери на стыке практически соответствуют сумме внешних и внутренних потерь. Более того, такие волокна имеют только одну моду, и поэтому на их стыке отсутствуют пульсации, которые наблюдались в многомодовых волокнах. При отсутствии отражения потери на стыке монотонно уменьшаются с ростом длины волны, что обусловлено ростом диаметра поля моды.

Таким образом, потери на стыке одномодовых волокон проще в анализе, измерении и воспроизведении, чем на стыке многомодовых волокон.

Если в процессе соединения оптических волокон присутствует хотя бы одно из рассмотренных смещений, то часть оптической мощности отражается от места соединения. Такое явление получило название Френелевского отражения [1]. Отражение на стыке оптических волокон приведено на рисунке 5.

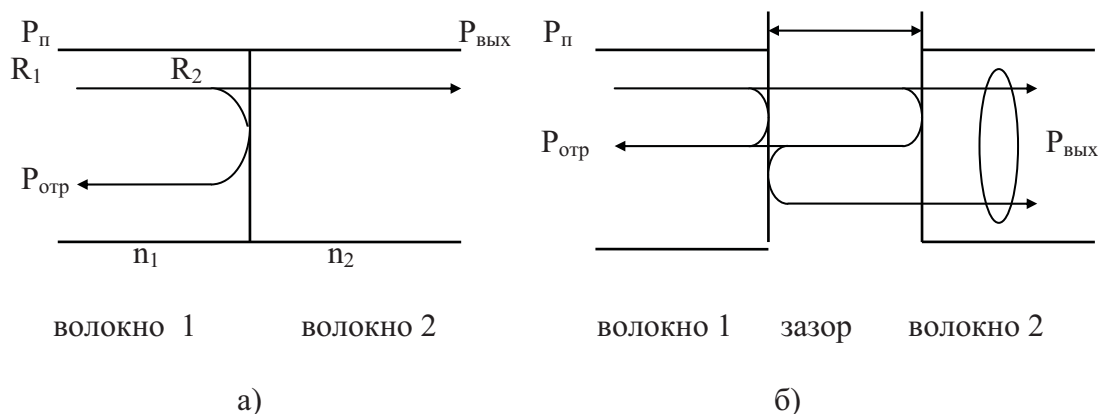


Рисунок 5 – Схемы отражения на стыке оптических волокон

Отражение на границе раздела двух сред (рис. 5а) характеризуется параметром R , который представляет собой отношение мощности отраженной волны к мощности падающей волны, и его можно рассчитать по формуле:

$$R = \frac{P_{отр}}{P_{п}} = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2,$$

где n_1 и n_2 - показатели преломления соответствующих сред.

В результате мощность на выходе волокна уменьшается по сравнению с падающей мощностью. Такие потери за счет отражения получили название Френелевских потерь, рассчитываемых по формуле [1]:

$$\begin{aligned} \alpha_c &= -10 \lg \frac{P_{вых}}{P_{п}} = -10 \lg \frac{P_{п} - P_{отр}}{P_{п}} = -10 \lg \left(1 - \frac{P_{отр}}{P_{п}} \right) = \\ &= -10 \lg \left[1 - \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 \right] \end{aligned}$$

Например, потери на границе волокно-воздух, учитывая, что $n_1=1,46$, а $n_2=1$, составляют 0,15 дБ.

При наличии осевого смещения различают две границы раздела (рис. 5б). Тогда параметр R рассчитывается по формуле:

$$R = R_1 + R_2 - 2 \sqrt{R_1 R_2 \cos \frac{4\pi z}{\lambda}},$$

где R_1 и R_2 - параметры отражения на соответствующей границе; z - ширина зазора.

Взаимодействие многократных отражений приводит к увеличению потерь на стыке, которые рассчитываются по формуле:

$$\alpha_c = -10 \lg [1 - R], \text{ дБ.}$$

Например, потери на границе волокно-воздух, при тех же значениях n_1 и n_2 составляют 0,9 дБ, что выше в 6 раз по сравнению с одномодовыми.

Выводы:

На основании полученных аналитических выражений, проведен расчет внутренних и внешних потерь на стыке одномодовых и многомодовых оптических волокон.

Из-за несоответствия внутренних параметров волокон на стыке возникают пульсации (осцилляции) потерь, которые возрастают с увеличением длины волны.

Взаимодействие многократных отражений при наличии зазора на стыке приводит к увеличению потерь по сравнению, чем на границе раздела двух сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев А. С, Кузьмин Л.В. Передача информации с использованием синхронного хаотического отклика при наличии фильтрации в канале связи //Письма в ЖТФ. 1999, №25, с. 71-77.

2. Алексеев Е.Б. Надежность ВОСП: методика инженерного расчета и проектирования //М., Вестник связи, 1996, № 5, с.23-26.

3. Задедюрина О.Е.. Защита информации при передаче по волоконно-оптическим линиям связи /Материалы II Белорусско-российской научно-технической конференции «Технические средства защиты информации». Минск — Нарочь 2004, 17 мая – 21 мая, с.112-116.

УДК 681.3.06

Ивашов Сергей Михайлович – соискатель (Алматы, КазНТУ)

МОДЕЛЬ ГОЛОСОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ИНТЕРНЕТ/ИНТРАНЕТ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ И ЦЕНТРОМ ОБРАБОТКИ ВЫЗОВОВ (ЦОВ)

Бурное развитие электронной коммерции и популярность технологии IP – как единого транспорта для передачи информации любого вида дает возможность связать Web-среду с ресурсами операторского центра и предложить клиентам новый коммуникационный канал, принципы создания которого ранее нами был рассмотрены [1]. Преимущества новой технологии позволят уменьшить время соединения между пользователем и поставщиком услуг в 3-4 раза.

В данной статье рассмотрен новый коммуникационный канал и метод реализации голосового взаимодействия.

Для реализации голосового взаимодействия между Интернет/интранет пользователями и центром обработки вызовов (ЦОВ) необходимо выполнить следующие действия:

- сбор звуковых данных с микрофона и преобразование в цифровой вид;
- сжатие цифровых данных;
- передача цифровых данных по сети;
- получение цифровых данных по сети;
- разархивирование цифровых данных;
- преобразование цифровых данных в аналоговый вид.

Для преобразования звуковых данных в цифровой вид, необходимо использовать импульсно-кодовую модуляцию (ИКМ, англ. Pulse Code Modulation, PCM). ИКМ применяется для преобразования аналоговых сигналов (голос, музыка, видео и т.д.) в цифровой вид и состоит из модуляции и демодуляции.